TMMOB
ORMAN MÜHENDİSLERİ ODASI

2023



2023'e Doğru 4. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu

SEMPOZYUM

03- 06 ARALIK 2017 / ANTALYA

TÜRKİYE ORMANCILIĞINDA

I
AĞAÇLANDIRMA
- *a. Orman içi ağaçlandırma*
- *b. Orman dışı ağaçlandırma*
- *c. Endüstriyel ağaçlandırma*
- *d. Özel ağaçlandırma*
- *e. Fidan üretimi*

II
TOPRAK VE SU KORUMA
- *a. Havza ıslahı*
- *b. Erozyon kontrolü*
- *c. Sel kontrolü*
- *d. Çığ kontrolü*

III
ORMAN ENDÜSTRİSİ VE AĞAÇLANDIRMA
- *a. Odun hammadde kapasitesi ve ağaçlandırma*
- *b. Özellikli odun hammadde talebi ve ağaçlandırma*
- *c. Hızlı gelişen tür odunları ve endüstride kullanımı*

2023'e DOĞRU
4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU

ISBN: 978-605-01-1108-8

Orman Mühendisleri Odası tarafından 2017 yılında 1000 adet basılmıştır.

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ 10

SEMPOZYUM BİLİM KURULU 12

SEMPOZYUM YÜRÜTME KURULU 13

2023'E DOĞRU 4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU
AMAÇ VE KAPSAMI 14

SEMPOZYUM KONULARI BİLDİRİLERDE İŞLENECEK KONULARIN
AYRINTILARI VE BEKLENTİLER 15

I- AĞAÇLANDIRMA 17

ÜLKEMİZDE YÜRÜTÜLEN ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMA
ÇALIŞMALARINDA UYGULANMAKTA OLAN ARAZİ HAZIRLIĞI VE
KÜLTÜR BAKIM YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Cemal FİDAN 19

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ FİDANLIĞINDA MAVİ LADİN (*Picea pungens* L.)
KULLANILARAK YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMASINDA
FİDANLARIN BÜYÜME (ÇAP/BOY) VE YAŞAMA YÜZDELERİNİN
DEĞERLENDİRMESİ
Emre ÇOMAKLI
Mustafa ÖZGERİŞ
Tuğba ÇOMAKLI 31

BALIKESİR-MANYAS YÖRESİ KIZILÇAM (*Pinusbrutia* Ten.)
AĞAÇLANDIRMALARININ TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ
Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL
Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR[*]
Selim ÜZGÜN 43

KUMUL AĞAÇLANDIRMALARININ EKONOMİK VE SOSYAL YAŞAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (SİNOP-SARIKUM ÖRNEĞİ)
Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR
Ömer SAYIN 57

KIZILÇAM (*Pinusbrutia* Ten.) GENETİK ISLAH ÇALIŞMALARININ ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMALARIN VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ
Sadi ŞIKLAR
Dr. Hikmet ÖZTÜRK
Yrd. Doç. Dr. Murat ALAN 71

TÜRKİYE'DE AĞAÇLANDIRMA, EROZYON KONTROLU, MERA ISLAHI VE ORMAN REHABİLİTASYONU UYGULAMALARININ SON ELLİ YILININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Prof. Dr. Ahmet TOLUNAY 83

DÜNYA VE TÜRKİYE'DE HIZLI GELİŞEN TÜR ENDÜSTRİYEL PLANTASYONLARA BAKIŞ AÇISI: KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ
Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER 99

TÜRKİYE'DE KARAYOLU AĞAÇLANDIRMALARINDA KULLANILAN TÜRLERİN EKOLOJİK UYGUNLUK YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
Prof. Dr. Cengiz ACAR
Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER 107

ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMALARIN ÖNEMİ VE ISPARTA YÖRESİNDEKİ KIZILÇAM AĞAÇLANDIRMALARINDA YAŞANAN SORUNLAR
Nevzat GÜRLEVİK
Zeynep GÜRDAL 119

KURAK VE ÇORAK ALANLARIN AĞAÇLANDIRILMASINDA RÜZGAR STRESİNE KARŞI STRESE DAYANIKLI *FLAVERIA* CİNSİNİN KULLANILMASI
Arş. Gör. Emre YAZAR
Dr. Bülent AKGÜN
Doç. Dr. Ferit KOCAÇINAR 133

KURAK ve YARI-KURAK ALANLARDA YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN BAZI ODUNSU TÜRLERİN KURAKLIK STRESİNE KARŞI DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ
Dr. Bülent AKGÜN
Arş. Gör. Emre YAZAR
Doç. Dr. Ferit KOCAÇINAR 145

GELİŞEN TEKNOLOJİ İLE YENİ TOPRAK İŞLEME METODLARI
Nuran KARAÇORLU 159

AĞAÇLANDIRMALARIN BİTKİ BİYOÇEŞİTLİLİĞİNE ETKİSİ
Figen ÇAKIR 175

AĞAÇLANDIRMALARIN TOPRAK EKLEMBACAKLILARININ MİKTAR VE ÇEŞİTLİLİKLERİNE ETKİSİ
Yrd. Doç. Dr. Meriç ÇAKIR 187

TÜRKİYE ODUN VE BİYOENERJİ ÜRETİM KAPASİTESİNİN ARTIRILMASINDA
ENERJİ ORMANCILIĞININ ÖNEMİ
Prof. Dr. Nedim SARAÇOĞLU 199

II- TOPRAK VE SU KORUMA..... 215

TÜRKİYE ÇÖLLEŞME RİSK MODELİ
Kenan ŞAHİN
Burak AVCIOĞLU 217

YUKARI HAVZALARDA HİDROLOJİK SEL MODELLEMESİ
Enis BALTACI
Ahmet DOĞAN
İlkim ÇAVUŞ KARA
Murat ARSLAN
Mesut YILMAZ
Elçin ACAR
Ali KEŞ
Cafer ORHAN 227

KATILIMCI BÜTÜNCÜL PROJELERİN TANITIMI VE UYGULAMA ESASLARI
İsmail KÜÇÜKKAYA 237

POTANSİYEL ORMANCILIK FAALİYET SAHALARININ BELİRLENMESİ
Mesut YILMAZ
Ahmet DOĞAN
İsmail KÜÇÜKKAYA
Cafer ORHAN
Murat ARSLAN
Elçin ACAR
Erkan GÜLER 253

SU HAVZASI YÖNETİMİNDE ENTEGRE VE KATILIMCI YAKLAŞIM
Selim ŞAHİN 269

TÜRKİYE YAĞIŞLARININ ÖZELLİKLERİ VE RUSLE-R FAKTÖRÜ
Evren ÇETİN
Suat ŞAHİN
Kenan İNCE
Reşat AKGÖZ
Ali KÜÇÜMEN
Günay ERPUL 287

TAHRİP EDİLEN KARASAL EKOSİSTEMLERDE BOZULAN TOPRAK VE SU KAYNAKLARIN REHABİLİTASYONUNDA YENİ BİR YAKLAŞIM: ARAZİ KULLANIM BİÇİMLERİNE DAYALI ENTEGRE EKOSİSTEM YÖNETİM PLANLAMASI (AKD-EEYP)
Prof. Dr. Ünal ASAN
Doç. Dr. Ali İhsan KADIOĞULLARI
Cemil ÜN 303

ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ/ KULLANIMI SINIFLANDIRMA VE İZLEME SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI (UASİS) PROJESİ
Ahmet DOĞAN
Elçin ACAR
Mesut YILMAZ
Murat ARSLAN
Erkan GÜLER
Enis BALTACI 325

DSİ YUKARI HAVZA ÇALIŞMALARI
Engin YILDIRIM 341

OYUNTU VE YAMAÇLAR ÜZERİNDE YAPILAN ISLAH ÇALIŞMALARINDA SEL VE HEYELAN İLİŞKİSİ
Savaş KARAKAYA
Adem Kürşat ÖZCAN 357

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN ORMANCILIK VE EKOSİSTEM HİZMETLERİ KAPSAMINDA SOSYO-EKONOMİK BAKIMDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Yrd. Doç. Dr. Ömer EKER 363

TOPRAK BİLGİ SİSTEMİ
Erkan GÜLER
Ahmet DOĞAN
Mesut YILMAZ
Cafer ORHAN
Elçin ACAR
Murat ARSLAN 373

POTANSİYEL ORMANCILIK FAALİYET SAHALARI VERİTABANI İLE HAVZA İZLEME VE DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (HİDS)
Elçin ACAR
Cafer ORHAN
Kürşat YILDIRIM
Ahmet DOĞAN
Murat ARSLAN
Mesut YILMAZ
Erkan GÜLER
Enis BALTACI 387

SEL DUYARLILIK MODELİ
Murat ARSLAN
Ahmet DOĞAN
Mesut YILMAZ
Enis BALTACI
Selim ŞAHİN
Cafer ORHAN..... 405

TÜRKİYE'DE ÇIĞ OLGUSU
Bünyamin YILMAZ 419

TOPRAK KORUMA FONKSİYONLU ORMANLARIN AYRILMA KRİTERLERİ VE AMAÇ KURULUŞLARININ BELİRLENMESİNİN ESASLARI
Prof. Dr. Kâmil ŞENGÖNÜL
Abbas Şahin .....

III- ORMAN ENDÜSTRİSİ VE AĞAÇLANDIRMA..... 451

HIZLI GELİŞEN TÜRLER ÖZELİNDE AHŞAP ENDÜSTRİMİZ
Prof. Dr. Öner ÜNSAL 453

HIZLI GELİŞEN TÜRLERİN TÜRKİYE LEVHA SEKTÖRÜ HAMMADDE KAYNAĞI OLARAK DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ
Yunus ŞAHİN
Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ
Doç. Dr. Hasan SERİN..... 467

DOĞAL LİGNOSELÜLOZİK NANOMALZEMELER
Atanur SATIR
Doç. Dr. Zeki CANDAN 475

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İNOVASYON YÖNETİMİ
Dr. Sabit TUNÇEL
Doç. Dr. Zeki CANDAN
Atanur SATIR 497

ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0
Dr. Sabit TUNÇEL
Doç. Dr. Zeki CANDAN 509

SUNUŞ

Orman Mühendisleri Odası, Cumhuriyetin 100 üncü yılına (2023 yılı) kadar doğa ve ormancılığa ilişkin tüm konuların tartışılacağı, birden fazla sempozyumlar düzenleme kararı almıştır. Antalya'da 20-23/Kasım/2011 tarihleri arasında gerçekleştirilen 1'inci doğa ve ormancılık sempozyumda; *Ormancılık Hizmetlerinin Yapılmasında Serbest Ormancılık Bürolarının Fonksiyonu, Türkiye Orman Endüstrisi ve Ağaç İşleri Endüstrisinin Gelişmesinde 5531 sayılı Kanun ve Ormancılığımızın Yeri, Yenilenebilir Enerji Üretiminde Ormanlar ve Ormancılığımız, Doğa ve Ormancılığa İlişkin Uluslararası Sözleşmeler, Taahhütler ve Benzer Politika Araçlarının Etkinleştirilmesi, Kaliteli Su Üretiminde Ormanlar ve Ormancılığımız* olmak üzere beş konuda bildiriler sunulmuş, tartışmalar yapılmış, sonuç bildirisi kamuoyuyla paylaşılmış ve bildiriler kitap haline getirilmiştir.

Antalya'da 31/10/2013-03/11/2013 tarihleri arasında yapılan 2. sempozyumda; *Orman Ekosistemi temelinde Türkiye ormanlarına yönelik odun dışı bitkisel ürünler, Orman ekosistemi temelinde Türkiye'nin av ve yaban hayatı, Türkiye orman ekosistemi ve yetişme muhiti analizi, envanteri, planlaması ve haritacılığı, Gerçek ve tüzel kişilerin 5531 sayılı Kanuna yönelik hizmet alımları ve irdelenmesi* olmak üzere Dünya'da ve Türkiye'de öne çıkan ve Türkiye orman ekosisteminde oldukça önemli bir yer tutan bu konular tartışılmıştır. Sonuç bildirisi kamuoyuyla paylaşılmış ve bildiriler yine kitap haline getirilmiştir.

Antalya'da 26/11/2015-29/11/2015 tarihleri arasında yapılan 3'üncü doğa ve ormancılık sempozyumda; *Orman ekosisteminde envanter, Orman ekosistemi kaynaklı doğal rekreasyon, Orman endüstrisinde verimlilik, dış ticaretinde gözetim ve karantina* konularında, uygulamaya yönelik bildiriler tartışılmış ve bildiriler kitap haline getirilmiştir.

Antalya'da 03/12/2017-06/12/2017 tarihleri arasında yapılacak 4'üncü doğa ve ormancılık sempozyumda;

1- Ağaçlandırma

2- Toprak ve Su Koruma

3- Orman Endüstrisi ve Ağaçlandırma

Konularında, bildiriler tartışılacaktır. Bildiriler kitap haline getirilerek sempozyumda katılımcılara dağıtılacaktır.

Odamız, Cumhuriyetimizin 100. yılına kadar her iki yılda bir yapmayı planladığı sempozyum serileri ile ormancılığımızın tüm konularını tartışmaya açarak, ormancılık bilimine, uygulamaya ve kamu oyuna bilgiler vermeye ve böylece Türkiye ormancılığında yapılması gerekenlere dikkat çekmeye devam edecektir.

Diğer taraftan, 29/6/2006 tarihli ve 5531 sayılı "*Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Hakkında Kanun*"da yasal yetkileri belirlenmiş olan Orman Mühendisi, Orman Endüstri Mühendisi ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendislerinin hizmet alanlarına ilişkin hukuki, idari ve uygulamaya yönelik mücadelesini kararlılıkla sürdürmeye devam edecektir.

Sempozyuma bildirileriyle katkı sağlayan değerli bilim adamı, teknisyen ve meslektaşlarımıza, sempozyumun hazırlık aşamasından sonuçlandırılmasına kadar yoğun emek harcayan bilim kuruluna, yürütme kuruluna emeği geçen tüm arkadaşlarımıza yönetim kurulumuz adına teşekkür ederim. **30.Kasım.2017**

Ali KÜÇÜKAYDIN
Orman Mühendisleri Odası
Genel Başkanı

2023'E DOĞRU 4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU
BİLİM KURULU

Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER
KTÜ Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Aynur AYDIN
İÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Devlet TOKSOY
KTÜ Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Ender MAKİNECİ
İÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL
İÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Kürşat ÖZKAN
SDÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Melih BOYDAK
İÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Öner ÖNSAL
İÜ. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Semra ÇOLAK
KTÜ Orman Fak. Orman End. Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Selman KARAYILMAZLAR
BÜ Orman Fak. Orman End. Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Prof. Dr. Ünal ASAN
İÜ. Orman Fak. Orman Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Hasan SERİN
KSÜ Orman Fak. Orman End. Müh. Böl.
Öğretim Üyesi

NOT: İsimler akademik unvan ve alfabetik sıraya göre yazılmıştır.

2023'E DOĞRU 4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU YÜRÜTME KURULU

Yürütme Kurulu Başkanı

Eşref GİRGİN
Or. Yük. Müh.&İşletmeci
OMO AR-GE Merkezi Başkanı

Yürütme Kurulu Üyeleri

İsmail Hakkı BARI
Orman Müh. OGM Şube Müdürü
OMO Genel Mrk. Yön. Kur. II.Bşk.

Hamza ERYİĞİT
Orman Yük. Müh.
Bakanlık Müşaviri

Taha BERBER
Orman Müh.
Merkez Şube Başkanı

Aynur GÜNEŞ YILMAZ
Orman Mühendisi
OSİB. Orman ve Su işleri Uzmanı

Diğdem ALÇAYIR
Orman Mühendisi
OMO Yayın Kurulu

Sedat ALP
Orman End. Müh.
Merkez Şb. Yön. Kur. Üyesi

2023'e DOĞRU 4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU

03/ARALIK/2017 - 06/ARALIK/2017 ANTALYA

AMAÇ VE KAPSAM

Orman Mühendisleri Odası, Cumhuriyetin 100 üncü yılına (2023 yılı) kadar **"*2023' e DOĞRU DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU*"** ana başlığı altında, doğa ve ormancılığa ilişkin tüm konuların tartışılacağı birden fazla sempozyumlar düzenleme kararı almıştır.

Sempozyumun birincisi;24-27/Kasım/2011 tarihleri arasında aşağıdaki beş konuda,

1-Doğa ve ormancılığa ilişkin sözleşmeler, taahhütler ve benzer politika araçlarının geliştirilmesi,

2-Kaliteli su üretiminde ormanlar ve ormancılığımız,

3-Yenilenebilir enerji üretiminde ormanlar ve ormancılığımız,

4-Ormancılık hizmetlerinin yapılmasında serbest ormancılık bürolarının fonksiyonu

5-Türkiye orman endüstrisi ve ağaç işleri endüstrisinin gelişmesinde, 5531 sayılı Kanun ve ormancılığımızın yeri

Sempozyumun ikincisi;31/Ekim/2013-03/Kasım/2013 tarihleri arasında aşağıdaki dört konuda,

1-Orman ekosistemi temelinde Türkiye Ormanlarına yönelik odun dışı bitkisel ürünler,

2-Orman ekosistemi temelinde Türkiye'nin av ve yaban hayatı,

3-Türkiye orman ekosistemi ve yetişme muhiti analizi, envanteri, planlaması ve haritacılığı,

4-Gerçek ve tüzel kişilerin 5531 sayılı Kanuna yönelik hizmet alımları ve irdelenmesi

Sempozyumun üçüncüsü;26/Kasım/2015-29/Kasım/2015 tarihleri arasında aşağıdaki üç konuda,

1- Orman ekosisteminde envanter

2- Orman ekosistemi kaynaklı doğal rekreasyon

3- Orman endüstrisinde verimlilik, dış ticaretinde gözetim ve karantina

Antalya'da yapılmış, sempozyum bildirileri kitap haline getirilmiş, sonuç bildirileri ve çıktıları kamuoyu ile paylaşılmıştı.

Bu kez, uygulamaya yönelik bildirilerin tartışılacağı sempozyumun dördüncüsü; 03/Aralık/2017-06/Aralık/2017 tarihleri arasında Antalya'da aşağıdaki üç konuda yapılacaktır.

SEMPOZYUM KONULARI

"*2023'e DOĞRU 4. DOĞA VE ORMANCILIK SEMPOZYUMU*" ana başlığı altındaki bildirilerde aşağıdaki konular işlenecektir.

Sempozyum konu başlıkları:

1- Ağaçlandırma
2- Toprak ve Su Koruma
3- Orman Endüstrisi ve Ağaçlandırma

BİLDİRİLERDE İŞLENECEK KONULARIN AYRINTILARI VE BEKLENTİLER

Sempozyum konularında hazırlanacak bildirilerde istenen ayrıntılar ve beklentiler aşağıdaki şekilde olacaktır.

"*Ağaçlandırma*" başlığı altında aşağıdaki konularda hazırlanacak bildirilerde; bilimsel, teknik ve hukuki konular ile Türkiye uygulamalarına yönelik hususlar incelenmeli, irdelenmeli ve öneriler yapılmalıdır.

a) Orman içi ağaçlandırma
b) Orman dışı ağaçlandırma
c) Endüstriyel ağaçlandırma
d) Özel ağaçlandırma
e) Fidan üretimi

"Toprak ve Su koruma" başlığı altında aşağıdaki konularda hazırlanacak bildirilerde; bilimsel, teknik ve hukuki konular ile Türkiye uygulamaları (*mikro havza ıslahı, erozyon, sel, çığ kontrolü vb*) incelenmeli, irdelenmeli ve öneriler yapılmalıdır.

a) Havza ıslahı
b) Erozyon kontrolü
c) Sel kontrolü
d) Çığ kontrolü

"Orman Endüstrisi ve Ağaçlandırma" başlığı altında aşağıdaki konularda hazırlanacak bildirilerde; orman endüstrisinin, genel odun hammadde kapasitesi ve bu kapasitenin ağaçlandırmalarla karşılanması durumu, ağaç türleri itibariyle ihtiyaç duyduğu özellikli odun hammadde talebinin ağaçlandırmalarla karşılanması, ağaç türü bazında hızlı gelişen türlerle yapılan ağaçlandırmalardan üretilen odunların endüstride kullanım durumları bilimsel ve teknik yönden incelenmeli, irdelenmeli ve öneriler yapılmalıdır.

a) Odun hammadde kapasitesi ve ağaçlandırma
b) Özellikli odun hammadde talebi ve ağaçlandırma
c) Hızlı gelişen tür odunları ve endüstride kullanımı

I
AĞAÇLANDIRMA

ÜLKEMİZDE YÜRÜTÜLEN ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA UYGULANMAKTA OLAN ARAZİ HAZIRLIĞI VE KÜLTÜR BAKIM YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Cemal FİDAN
Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
cemalf4@gmail.com

ÖZET

Ülkemizde odun hammaddesi kullanan sanayinin (özellikle lif-yonga sanayii) oduna olan talebi her geçen gün artmakta, buna bağlı olarak odun arz açığı da günden güne büyümektedir. Mevcut olan odun arz açığının doğal ormanlardan karşılanması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle hızlı gelişen orman ağaçları ile yapılan ağaçlandırma çalışmaları (endüstriyel ağaçlandırmalar) büyük önem arz etmektedir. Ancak, ülkemizin son derece dağlık ve engebeli bir arazi yapısına sahip oluşu, endüstriyel ağaçlandırmalara uygun arazi bulunmasını zora sokmaktadır. Bu nedenle birim alandan daha fazla ürün alınabilmesini mümkün kılacak ve ağaçlandırma başarısını artıracak uygulamalara gidilmesi elzem görünmektedir. Başarılı endüstriyel ağaçlandırmalar kurulabilmesinin olmazsa olmaz bazı esasları bulunmaktadır. Bunları; ıslah edilmiş tohum, kaliteli fidan, iyi bir saha hazırlığı, tekniğine uygun dikim, gübreleme, sulama, yetişme ortamı koşullarına uygun kültür bakımları vb. şekilde sıralamak mümkündür. Bu tebliğde esas itibariyle endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında, hâlihazırda uygulanmakta olan saha hazırlığı ve kültür bakım yöntemleri ele alınarak incelenmiş ve dikkate alınması gereken hususlar konusunda teferruatlı bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Endüstriyel ağaçlandırma, arazi hazırlığı, kültür bakımı*

Abstract

Wood demand of industry (especially fibre-chip wood industry) is increase each passing day in our country. Because of this, wood deficit is also increase day by day. Provide the actual wood deficit from the natural forest is not possible. That is why, reforestation with the fast growing tree species is very important to provide the demand of woody raw material deficit in our country. To find suitable areas for industrial plantations is not so easy due to mountainous land conditions in our country. For this reason, put into practice the wood production increasing method is very important. There are some principles for establishing successful industrial

plantations; rehabilitated seeds, quality seedling, good preparation of site, planting according to techniques, fertilizing, watering, suitable cultivar maintenance for the condition of plantation sites, and etc. In this article, site preparation and cultivation methods actually used in industrial plantations were investigated and tried to give detailed information.

1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda lif yonga sanayiindeki hızlı gelişme, odun hammaddesine olan talebi artırmış ve bu durum endüstriyel plantasyonların önemini ve gerekliliğini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde odun hammaddesi talebinin 2020 yılında 40-50 milyon m^3/yıl düzeyinden daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Ekonomimizin Avrupa Birliği ekonomisi ile bütünleşmesi durumunda tahmin edilen talebin daha da yüksek olacağı belirtilmektedir. Halbuki, toplam alanı 21,2 milyon hektar olan ormanlarımızın bugünkü üretim gücü 18,0 milyon m^3/yıl civarındadır (Birler, 2009). Diğer taraftan ülkemizde 30 milyon m^3/yıl odun hammaddesi tüketilmektedir (Konukçu, 2001). Üretim ile tüketim arasında oluşan 12 milyon m^3 açık ise, kavak odunu üretimi, tapulu kesimler, ham, yarı mamul ve mamul odun ürünleri ithalatı ve kısmen de ormanlarımızdan yasal olmayan kesimlerle karşılanmaktadır (Birler, 2009).

Giderek artan odun hammaddesi talebinin doğal ormanlardan karşılanması mümkün değildir. Zaten çevreci örgütler doğal ormanların odun üretimi amacıyla kullanılmasına karşı çıkmaktadırlar. Bu nedenle hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların kurulması ve işletilmesi zaruri görünmektedir. Endüstriyel ağaçlandırmalar; iyi yetişme ortamlarında kalite üretiminden çok kitlesel üretime yönelik, alan hazırlığı ve kültür bakımlarının makine ile yapıldığı, genetik açıdan ıslah edilmiş materyallerin (tohum veya vejetatif materyal) ve hızlı gelişen türlerin kullanıldığı, daha geniş dikim aralığına sahip, kısa idare süreli, gerektiğinde sulama, gübreleme ve budama uygulanan yüksek artımlı plantasyonlardır (Boydak ve ark. 2006). Belirli orman alanlarında ve sıra dışı tarım alanlarında hızlı gelişen yerli ağaç türleri ile endüstriyel plantasyonların tesisi Türkiye'nin giderek artan odun ham madde açığının kapatılmasında büyük bir rol oynayacaktır (Boydak ve Dirik,1998; Tunçtaner, 1998; TGRP, 2003; DPT, 2005, 2006). OGM Stratejik Planında "orman ürünlerine olan talebin giderek artması nedeniyle, gerek orman ekosistemi içerisinde gerekse ormanlık alanlar dışındaki yetişme ortamının uygun olduğu yerlerde, öncelikle hızlı gelişen yerli türlerle ağaçlandırmalar yapılarak, yoğun kültür metotları ve daha kısa idare süreleri ile birim alandan daha fazla ürün alınmasının hedeflendiği" belirtilmektedir. OGM tarafından hazırlattırılan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planında" toplam 13 orman bölge müdürlüğü bünyesinde 164.922 ha sahanın endüstriyel ağaçlandırmaya uygun olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2012). Bu sahaların coğrafik bölgeler bazında dağılımına

baktığımızda ağırlıklı olarak fazladan aza doğru Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde bulunduğu görülmektedir. Hızlı gelişen türler ile yapılan endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında başarı için yoğun kültür metotlarının uygulanması zorunlu görülmektedir. Diri örtü yoğunluğu ve tipi bölgelere göre farklılık gösterdiği için kültür bakımlarının zamanı ve kaç yıl ve yılda kaç defa yapılacağı bölgelere göre belirlenmelidir. Bu çalışmada Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerimizdeki endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında uygulanmakta olan arazi hazırlığı ve kültür bakımları ele alınarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1.Materyal

Ülkemizde endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarına 2013 yılında başlanmıştır. Endüstriyel ağaçlandırmalara uygun potansiyel alanlar belirlenirken; 1) % 30 eğimin altında, 2) I ve II. bonitete sahip, 3) yoğun mekanizasyon ve kültür tekniklerinin uygulanabileceği, 4) edafik ve fizyografik şartlar yönünden uygun ve 5) en az 5ha büyüklüğünde alanların dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2012). Yapılan bu çalışmaya göre ülkemizde toplam 164.922 ha alan endüstriyel ağaçlandırmaya uygun alan olarak ayrılmıştır. Bu alanlardan 57.701 hektarı Ege, 54.434 hektarı Marmara, 51.026 hektarı Akdeniz ve 1.761 hektarı da Orta Karadeniz bölgesinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Endüstriyel plantasyon alanlarının yer aldığı orman bölge müdürlükleri ve coğrafik bölgeler (Kırmızıçizgi ile çevrili alan/OGM Orman atlası yayınından uyarlanmıştır).

2.2 Yöntem

2.2.1 Arazi Hazırlığı

Mevcut haliyle tüm bölgelerde ve her tür arazide tek tip arazi hazırlığı uygulanmaktadır. Bu uygulama; tıraşlama kesim sonrası ağaç köklerinin sökülmesi, belli aralıklarla yığılması, sahada 3'lü riperle alt ve diskaro ile de üst toprak işlemesi şeklinde yapılmaktadır. Endüstriyel ağaçlandırma eylem planında, eşyükselti eğrilerine paralel toprak işlemesinin, yüzeysel akışı önleyerek suların toprağa girmesi ve depolanması için önemli olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2012). Ancak eşyükselti eğrilerine paralel toprak işlemesinin hemen ardından diskaro ile üst toprak işlemesi yapılmaktadır.

2.2.2 Kültür Bakımı

Endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında kültür bakımlarının fidan sıralarında iş gücü kullanılarak, sıra aralarında ise makine (diskaro) ile yapılması öngörülmektedir (Anonim, 2012). Ancak bugüne kadar yapılan uygulamalarda, makineli kültür bakımına rastlanmadığı gibi tüm bölgelerde kültür bakımının insan gücü ile fidan sıralarında ve etrafında yılda bir defa yapıldığı belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1 Arazi Hazırlığı

Ağaçlandırma eylem planında orman bölge müdürlükleri bazında yapılan potansiyel alanların Türkiye üzerindeki dağılımına dikkat edilirse, Akdeniz, Ege, Marmara, Batı ve Orta Karadeniz kesimlerinde (ılıman kuşak) yoğunlaştığı görülecektir. Bu bölgeler, ekolojik bakımdan farklı özelliklere sahiptir. Akdeniz Bölgesinde temel sorun aşırı taşlılık olarak karşımıza çıkarken, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde ise şüceyrat (diri örtü) problemi, özellikle böğürtlen ve simila gibi sarılıcı bitkiler ile meşe, kayın, gürgen, kestane, defne, ıhlamur vb. odunsu diri örtüler karşımıza çıkmaktadır. Ancak, hali hazırda tüm bölgelerde aynı şekilde arazi hazırlığının uygulanmakta olduğu görülmektedir. Arazi hazırlığında hâlihazırdaki uygulamayla sahada bulunan ağaç kökleri eskavatörle sökülmekte ve çıkarılan kökler dozerle 30-40 m arayla şeritler halinde yığılmaktadır. Bu esnada organik madde ve bitki besin maddelerince zengin olan verimli üst toprağın önemli bir kısmı yığınlara gitmektedir (Tablo 1).Bu durumun fidan gelişimlerini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Yığınlar arası dozerle riperlenmekte ve diskaro ile üst toprak işlemesi yapılmaktadır. Köklerin sökülmesi, yığınlara taşınması, alt ve üst toprak işlemesinin toplam maliyeti yaklaşık olarak 2017 yılı birim fiyatlarına göre 3500-4600₺/ha civarında seyretmektedir (OGM, 2017).

Aşırı taşlılığın bulunduğu Akdeniz Bölgesindeki sahalarda altta bulunan taşların yüzeye çıktığı, sahalarda makine ile kültür bakımlarının yapılamayacağı durumların ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Arazi hazırlığında kökler söküldükten ve belli aralıklarla yığıldıktan sonra, sahanın riperlenmesi ve ardından üst toprak işlemesinin ne maksatla yapıldığı anlaşılamamaktadır. Yapılan üst toprak işlemesiyle riper çizgilerinin ve dolayısıyla fidan dikim çizgilerinin kaybolduğu, bu uygulama ile bazı alanlarda yüzeysel akışın ve dolayısı ile toprak taşınmasının da yaşandığı görülmüştür (Şekil 3). Diğer taraftan sökülen köklerin ve üstte bulunan diri örtünün dozere önden monteli bir tarakla taşınması ve belli aralıklarla yığılması esnasında verimli üst toprağın birlikte taşındığı ve madde kayıplarının yaşandığı belirlenmiştir (Tablo 1).



Şekil 2. Karstik bir alanda riperle alt toprak işlemesi yapılan saha (Antalya-Kumluca)



Şekil 3. Kökler sökülüp riperlendikten sonra diskaro ile üst toprak işlemesi yapılan bir saha (Kocaeli-Gebze)

Tablo:1. Endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan arazi hazırlığı ile üst toprak bitki besin maddesi içeriklerindeki değişimler(Kocaeli/Gebze-Ovacık Köyü)

Arazi Hazırlığı		TEKSTÜR				CaCO3 %	ECx10^3 mS/cm	pH	OM %	N %	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)
		Kum %	Kil %	Toz %	Topr.Tür.								
Kökler sökülmemiş ikili riperle işlenmiş	İşlem Yapılmadan Önce	46,2	10,3	43,5	Balçık	0,00	0,20	6,19	12,60	1,25	1056,59	2,94	129,33
		48,6	18,5	32,9	Balçık	0,00	0,20	5,75	11,90	0,98	821,75	2,49	128,97
	Ort.	**47,40**	**14,40**	**38,20**		**0,00**	**0,20**	**5,97**	**12,25**	**1,12**	**939,17**	**2,72**	**129,15**
	İşlem yapıldıktan sonra	47,80	6,30	45,90	Kumlu Balçık	0,00	0,11	6,30	10,40	1,36	905,08	4,51	116,94
		57,30	8,5	34,2	Balçık	0,00	0,07	5,83	7,50	2,23	739,15	3,56	217,42
	Ort.	**52,55**	**7,40**	**40,05**		**0,00**	**0,09**	**6,07**	**8,95**	**1,80**	**822,12**	**4,04**	**167,18**
	Değişim (%)	**10,86**	**-48,61**	**4,84**		**0,00**	**-55,00**	**1,59**	**-26,94**	**60,99**	**-12,46**	**48,62**	**29,45**
Kökler sökülerek tam alan toprak işlemesi yapılmış	İşlem Yapılmadan Önce	48,6	18,5	32,9	Balçık	0,00	0,20	5,75	11,90	0,98	821,75	2,49	128,97
		56,4	8,3	35,3	Balçık	0,00	0,20	6,30	12,80	1,28	878,45	5,07	162,17
	Ort.	**52,50**	**13,40**	**34,10**	Balçık	**0,00**	**0,20**	**6,03**	**12,35**	**1,13**	**850,10**	**3,78**	**145,57**
	İşlem yapıldıktan sonra	48,10	22,80	29,10	Balçık	0,00	0,04	5,49	7,50	0,65	461,02	2,49	93,23
		38,10	26,80	35,10	Balçık	0,00	0,04	5,42	6,60	0,54	536,94	2,25	92,29
	Ort.	**43,10**	**24,80**	**32,10**	Balçık	**0,00**	**0,04**	**5,46**	**7,05**	**0,60**	**498,98**	**2,37**	**92,76**
	Değişim (%)	**-17,90**	**85,07**	**-5,87**			**-80,00**	**-9,46**	**-42,91**	**-47,35**	**-41,30**	**-37,30**	**-36,28**

Tablo incelendiğinde tam alan toprak işlemesi yapılan alanda kil içeriğinin % 13,4 den % 24,80'e çıktığı ve %85 oranında arttığı, kum içeriğinin ise %17 azaldığı görülmektedir. Toprak verimliliğinin en önemli gösterge parametrelerinden birisi organik maddedir. Köklerin sökülmediği ve tam alan toprak işlemesinin yapılmadığı alanda organik madde (OM)'nin %12,25 den % 8,95'e düştüğü, diğer bir anlatımla %26 azaldığı, buna karşılık köklerin sökülerek tam alan toprak işlemesinin yapıldığı alanda %12,35 den %7,05'e düştüğü ve %43 oranında azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde; köklerin sökülmediği ve tam alan üst toprak işlemesinin yapılmadığı alanda sadece potasyum (K) değeri %12.46 azalırken, köklerin sökülerek tam alan toprak işlemesi yapılan alanda ise azot (N), potasyum (K), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) sırasıyla% 47, %41, % 37 ve % 36 oranlarında azalış göstermişlerdir.

3.2 Kültür Bakımı

Bu makalede kültür bakımı kapsamında fidan etrafında çapa ile toprak işleme ve ot alımı konusu ele alınmıştır. Ağaçlandırma Eylem Planında diri örtünün yoğunluğuna göre bazı yerlerde yılda iki defa ot alma ve çapa işlemi uygulanmasının gerekebileceğine vurgu yapılmıştır (Anonim, 2012). Ancak yapılan gözlem ve tespitlere göre tüm bölgelerde yılda bir bakım yapılmakta olduğu görülmüştür. Oysa endüstriyel ağaçlandırmaya uygun sahaların yer aldığı bölgelerin ekolojik bakımdan çok farklı özelliklere sahip alanlar olduğu bilinmektedir. Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yağışın Akdeniz ve Ege bölgelerine oranla daha fazla olması nedeniyle toprakta çok fazla su açığı oluşmamakta ve dikilen fidanlar ile diri örtü bu yönüyle fazla rekabete girmemektedir. Ancak mevcut diri örtünün kök sistemi dikilen fidanlara oranla daha kuvvetli olduğundan ve daha hızlı büyüdüğünden, dikilen fidanları çok çabuk baskı altına alarak yeterli ışık almasını engellemekte ya da kışın kar yağışı ile birlikte fidanların üzerine yatarak fidanları boğabilmektedir (Şekil 4).

Bu nedenle, bu tür yerlerde yaz sonu veya sonbahar başında mutlak surette fidan etrafında çapa ile ot alma ve sürgün kontrolünün yapılması gerekmektedir (Şekil 5-6).



Şekil 4. İlkbaharda bir defa kültür bakımı uygulanan yamacın alt kısmındaki ağaçlandırma sahasının, ikinci yılın ilkbaharındaki durumu (Kocaeli/Gebze)



Şekil 5. İlkbaharda fidan etrafında çapa ve ot alma işlemi uygulanmış fidanın yaz sonundaki durumu



Şekil 6. Yaz sonu sürgün kontrolü ve ot kontrolü ile ortaya çıkarılmış fidan

4. Tartışma ve Sonuç

4.1 Arazi Hazırlığı

Endüstriyel ağaçlandırma maksadıyla yapılacak arazi hazırlığında farklı iki yapı söz konusudur. 1) Doğal orman alanları, 2) Plantasyon sahaları. Ağaçlandırmaya konu alan şayet doğal orman alanı ise orada tıraşlama kesim sonrası sahada kalan ağaç kütükleri, makineli bakım çalışmalarına engel olacağından, sökülerek uzaklaştırılması gerekmektedir. Ancak plantasyon sahalarında, fidan dikimi kütüklerin arasına yapılabileceğinden, sökülmelerine gerek olmayacağı düşünülmektedir. Dikim öncesi arazi hazırlığı 4 farklı maksatla yapılmaktadır. Bunları şöyle sıralamak mümkündür:

1. Üstte bulunan diri örtünün uzaklaştırılarak dikilecek fidanlarla olan rekabetin kırılması,

2. Şayet varsa toprak altında bulunan geçirimsiz tabakanın kırılması ve köklerin daha derinlere inmesinin sağlanması,

3. Toprağın gevşetilerek su ve hava ekonomisinin iyileştirilmesi ve köklerin daha iyi gelişmesinin sağlanması,

4. Eğimli ve yarı kurak alanlarda yağış sularının toprağa girişinin kolaylaştırılması ve depolanması,

Arazi hazırlığının bu faydalarına karşılık bazı mahzurları da bulunmaktadır. Köklerin sökülmesi, diri örtü temizliği, yığınlara taşınması ve alt toprak işlemesi maksadıyla çok ağır tonajlı makineler kullanılmaktadır. Ağır makineler bir taraftan toprağı işlerken diğer taraftan sıkıştırmakta ve verimli üst toprağın yığınlara gitmesine neden olmaktadır. Nitekim Ayık ve Yılmaz (1992), dozer bıçağı ve tarakla yapılan diri örtü temizliğinde verimli üst toprağın yığınlara taşındığı ve beraberinde organik madde ve besin maddesi kayıplarının olduğu, bu kayıpların telafisinin zor olduğu ve uzun yıllar aldığını belirtmektedirler. Söz konusu çalışmada, farklı yetişme ortamlarındaki toprakla birlikte kaybolan besin elementlerinin farklı parasal değerlerde olacağı da tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmede, toprakla birlikte taşınan besin maddelerinin kimyasal gübrelere eşdeğer parasal karşılıklarının dozer bıçağında 763-2598.4$/ha, tarakla olan kaybın ise 341.3-1442.7 $/ha arasında olacağı ifade edilmektedir.

Diğer önemli mahzurlardan biri de Akdeniz Bölgesindeki sahaların büyük bir kısmında taşlılık probleminin bulunuyor olmasıdır. Endüstriyel ağaçlandırmalar için uygun alanlar belirlenirken özellikle alt toprak taşlılığının pek dikkate alınmadığı düşünülmektedir. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü uzmanlarınca 2014 yılında endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarına yönelik yapılan inceleme sonucu hazırlanan rapor bu düşüncemizi doğrulamaktadır. Bu raporda özellikle alt toprak işlemesi yapılan Akdeniz bölgesindeki karstik

alanlarda, çok büyük taşların yüzeye çıktığı, üst toprak işlemesinde makineli bakımların yapılamayacağı durumların oluştuğu belirtilmektedir (Zengin ve ark., 2014). Endüstriyel ağaçlandırmalara konu sahalar I ve II. Bonitette olan yerlerden seçilmek zorundadır. Bu tip sahalarda, alt toprakta herhangi bir problem (geçirimsiz tabaka v.b.) olmadığı düşüncesiyle, alt toprak işlemesine gerek olmadığı söylenebilir.Karstik ve aşırı taşlı sahalarda nasıl bir arazi hazırlığı uygulanacağı, ekim ya da dikim yoluyla mı ağaçlandırılması gerektiği hususları ise ayrı bir tartışma ve inceleme konusudur. Bu konuların araştırılarak açıklığa kavuşturulması icap etmektedir. Hızal ve ark. (2010), farklı toprak işlemesinin, toprakların bazı fiziksel özellikleri ile Sahil Çamı'nın büyüme-gelişmesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, çeşitli toprak işleme yöntemleriyle işlenmiş toprakların ağaçların çap, boy ve hacim artımları üzerinde istatistiksel anlamda bir fark oluşturacak etki yapmadığını belirlemişlerdir. Bu nedenle arazinin toprak yapısı, taşlılığı ve diri örtü tipi (otsu ya da odunsu) ve yoğunluğuna göre farklı arazi hazırlık yöntemleri uygulanması daha isabetli olacaktır. Arazi hazırlığında diri örtü ile mücadelede (özellikle odunsu diri örtü) herbisit kullanımı da düşünülmelidir. Bilinçli ve dikkatli kullanıldığında herbisitler diğer diri örtü mücadele yöntemlerine kıyasla çok daha etkili ve ekonomik otsu ve odunsu diri örtü kontrolü sağlamaktadır (Radosevich ve ark., 2007).

4.2 Kültür Bakımı

Ağaçlandırma çalışmalarında başarıyı etkileyen diğer önemli silvikültürel işlemlerden birisi de kültür bakımı konusudur. Diri örtü fidanların yaşama ve gelişmesini iki şekilde etkilemektedir. Bunlardan birincisi toprak nemi ve besin maddesi rekabeti, ikincisi ise ışık mücadelesi ve fiziksel zarardır (EVANS, 1984; KERR ve EVANS, 1993). Kültür bakımında diri örtü ile mücadele ya da diğer bir ifade ile diri örtünün kontrol altına alınması, fidanların hızlı gelişerek mümkün olan en kısa sürede biyolojik özgürlüğüne kavuşması bakımından çok önemli bir yere sahiptir. Bu da değişik iklim özellikleri ve diri örtü yapısına göre farklılık gösterebilmektedir. Stone ve Goor (1966)' ya atfen Cooling (1977), kurak şartlarda tesis edilen ağaçlandırmalarda diri örtünün uzaklaştırılmasının ilk 2-5 yıllık dönemde büyüme üzerinde belirgin bir etki gösterdiğini bildirmektedir. Diri örtünün bertaraf edilmesinin, Karadeniz ve Marmara bölgelerine oranla yazları nispeten daha kurak geçen Akdeniz ve Ege bölgelerinde daha iyi sonuç verdiği ifade edilmektedir (Cooling, 1977).

Sonuç olarak, endüstriyel ağaçlandırmaya uygun sahaların belirlenmesinde, toprak taşlılığı dikkate alınmalı ve buna göre sahalar yeniden belirlenmelidir. Arazi hazırlığı ve kültür bakımlarında bölgelerin iklim ve bitki örtüsü koşulları dikkate alınarak bölgelere uygun arazi hazırlığı ve kültür bakım yöntemleri uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Ayberk, S.,Tolay, U., Bul, M., Zoralioğlu, T. 1983. Maki Sahalarda Arazi Hazırlığı Metotlarının P. Pinaster Aiton'un Gelişimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Teknik Bülten No: 19, İzmit.

Ayık, C., Yılmaz, H., 1992. Diri Örtü Temizliği ve Toprak İşleme Ekipmanlarının Ağaçlandırma Sahalarının Toprakları Üzerindeki Etkileri.Teknik Bülten No: 155, İZMİT

Birler, A.S., 2009,Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları, Özlem Matbaası, İstanbul.

Boydak,M.,Dirik,H.,Çalıkoğlu,M.2006:Kızılçamın (*Pinusbrutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü.(Ogem-Vak.Yayınları ISBN:97593943-4-0).

Boydak, M. Ve Dirik, H.,1998,Ülkemizde hızlı gelişen türlerle bugüne kadar yapılan çalışmalarda ulaşılan aşama, uygulanan politika ve stratejiler, buna bağlı olarak uygulanabilecek strateji ve politika önerileri. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın Dairesi, Yayın No: 83, Ankara, pp. 13-24.

Cooling, E.N.G.1977. Plantation silviculture (Final report), TUR-71/521 Industrial Forestry Plantationsproject. Turkey, W.D. 28. UNDP/FAO, Rome.

DPT 2005. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013) Özel İhtisas Komisyonu Orman Ürünleri Arz–Talep Bölümü, Ankara.

DPT 2006. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007–2013) Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, (2006).

Evans, J. 1984. Silviculture of BroadleavedWoodland. HMSO, London.

Grut, M. 1977. Final Cost-benefitanalysıs of industrial reforestation in the Marmara Region, TUR 71/521 Industrial Forestry plantationsproject-Turkey, W.D.32 UNDP/FAO, Rome.

Çalışkan, T., 1998,Hızlı Gelişen Türlerle İlgili Rapor, Hızlı Gelişen Türlerle İlgili Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar, 8-9 Aralık 1998, Ankara, Ankara: Orman Bakanlığı Yayın Daire Başkanlığı, 109-113.

Hızal, A.,Zoralioğlu, T. Ve Zengin, M. 2010.Çeşitli Toprak İşleme Yöntemleriyle İşlenmiş Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinde Zamanla Meydana Gelen Değişimler ile Bunların *Pinuspinaster* Aiton Ağaçlandırmalarının Büyümesine Etkileri.

Kelpsas, B.R. 1978. Comparativeeffects of chemical, fire, andmachine sitepreparation in an Oregon coastalbrushfield. MS Thesis, College of Forestry, Oregon StateUniversity, Corvallis.

Kerr, G. AndEvans, J. 1993. Growing Broadleavesfor Timber. HMSO, London

Konukçu, M. 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız. DPTYayın No: 2630, Ankara, 238 s.

OGM, 2017. Orman Genel Müdürlüğü 2017 Yılı Birim Fiyat Cetveli. https://ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDuyurular.aspx?l=bab5d875-bc9e-415b-99c6-f5088acdaf36&i=794

Radosevich,S.R., Holt,J.,Ghersa, C.M. 2007. Ecology of WeedsandInvasivePlants. RelationshiptoAgricultureand Natural Resource Management, 3rd Ed., John WileyAndSons, Inc., New York.

Rose, R., Rosner, L.S. ve Ketchum, J.S., 2006. Twelfthyearresponse of Douglas-firtoarea of *weedcontrol*and*herbaceous*vswoody*weedcontrol*treatments. Canadian Journal of ForestResearch36:2464-2473.

Zengin, M., **Özay, F. ve Fidan, C. 2014.** İnceleme Raporu (Yayımlanmamış).

TGRP, 2003.TÜBİTAK Vizyon 2023 Bilim Ve Teknoloji Öngörüsü Projeleri Tarım Ve Gıda Paneli Ön Raporu, http://www.Tubitak.Gov.Tr/Tubitak_Content_Files/Vizyon2023/Tg/Tarimgida_Son_Surum.Pdf.

Tolay, U.,Hızal, A., Dönmez, E., 1982.Çeşitli Toprak İşleme Yöntemlerinin Kerpe Yöresindeki Bozuk Baltalıklarda İnce Tekstürlü Toprakların Fiziksel Özellikleri ve Ağaçlandırmanın Başarısı Üzerine Etkileri, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni, 18, 323-392.

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1988. Sahilçamı (Pinus pinaster Ait.) OrijinlerininMorfo-genetikÖzellikleri ve BüyümePerformanslarıÜzerineAraştırmalar, Kavak ve HızlıGelişenOrmanAğaçlarıAraştırmaEnstitüsü, İzmit.

Tunçtaner, K. 1998. Yabancı Tür İthal Çalışmaları ve Endüstriyel Plantasyonlar İçin Tür Seçimi, Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar (*Workshop*), Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Yayın No:083, Ankara,S. 65-71

Tunçtaner, K. ve Tulukçu, M. 1990. Growthperformances of Cedar at theSpeciesTrials in Marmara and Black SeaRegions of Turkey, Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27/10/1990, Antalya.

Ürgenç, S. 1972. Hızlı Gelişen BazıEgzotik (yabancı) İğneYapraklı Ağaç TürleriniTürkiye'de İthali ve Yetiştirilmesi üzerine Araştırmalar. İ.Ü. OrmanFak. Yayın No : 1750/188, İstanbul

Ürgenç, S., Boydak,M. 1982. Hızlı Gelişen İğneYapraklı Ağaç TürleriniTürkiye'ye İthali ve Yetiştirilmesi ile İlgili Problemler. Türkiyede Hızlı GelişenTürlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu. 21-26 Eylül 1981üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No : 1750/188, İstanbul

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ FİDANLIĞINDA MAVİ LADİN (*Picea pungens* L.) KULLANILARAK YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMASINDA FİDANLARINBÜYÜME (ÇAP/BOY) VE YAŞAMA YÜZDELERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Emre ÇOMAKLI
Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, 25240 Erzurum
emrecomakli@atauni.edu.tr

Mustafa ÖZGERİŞ
Atatürk Üniversitesi Tortum Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, 25430 Erzurum
m.ozgeris@atauni.edu.tr

Tuğba ÇOMAKLI
Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 25050 Erzurum
comaklitgb@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada; Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Ordu Orman Fidanlık Müdürlüğü'nden temin edilen Amerika Birleşik Devletleri Arizona - Kaibab orijinli 2+2 yaşlı mavi ladin fidanları ile yapılan ağaçlandırma çalışmasının büyüme ve yaşam yüzdelerinin 3 yıllık ölçümlerine dayalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonbahar dikimi yapılan fidanların araziye dikiminden bir yıl sonra fidan yaşama yüzdesi, çap ve boy değerleri tespit edilmeye başlanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda fidanlar; ortalama 4,08 cm boy ve 0,56 cm ise çap büyümesi yapmıştır. Büyümenin en fazla olduğu dönem; yağışların mevsim normallerinin üzerine çıktığı yılda tespit edilmiştir. Dondan dolayı sararıp ibreleri kuruyan fidanların %70'ininbahar geldiğinde tekrar yeşerdiği kalan fidanların ise tamamen kuruduğu tespit edilmiştir. Ağaçlandırma sahasına dikilen 1150 fidanın 3. yılın sonunda 170 tanesi kurumuştur. Kuruma oranlarında yıldan yıla azalma gözlemlenmiştir. Yaşama yüzdesi (%85,2) olarak değerlendirildiğinde ağaçlandırma çalışmasının genel olarak başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca bölge özellikleri ile uyum gösteren diğer yörelerdeki ağaçlandırmalarda kullanımı için orijin denemeleri yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dikim başarısı, Büyüme, Yaşama yüzdesi, Ağaçlandırma, Mavi ladin*

EVALUATION OF GROWTH (DIAMETER / LENGTH) AND LIVING SURFACES ATAFFORESTATION WORK AS USED PİCEA PUNGENS IN THE ATATURK UNIVERSITY NURSERY

ABSTRACT

In this study, It has been evaluated that It is based on 3-year measurements of growth and survival percentages of afforestation work withPicea pungens L. 2+2 aged and United States of America Arizona - Kaibab originals Provided by Ordu Forestry Nursery Directorate of Giresun Forest Regional Directorate. A year after planting ofthe seedlings planted in the autumn, percentage of sapling survival, diameter and height were determined to be determined.

As a result of the evaluations made, seedlings were grown average height of 4.08 cm and diameter of 0.56 cm. The period of the greatest growth; The precipitation was above the seasonal norms. Due to frost, It has been found that 70% of the dried seedlings rejuvenate when spring arrives and the remaining seedlings dry completely. At the end of the third year, 170 of the 1150 seedlings planted on the afforestation site were dry. The rate of drying has been observed to decrease year by year. When the percentage of survival was evaluated as 85.2%, It was concluded that the afforestation work was generally successful. Additionally It is suggested to make the origin experiments for use in afforestation in other regions that are compatible with the region characteristics.

***Keywords**: Planting success, Growth, Percentage of survival, Afforestation, Picea pungens L.*

1. Giriş

Dünya topraklarının 1/3' ünü kurak ve yarı kurak sahalar oluşturmaktadır. Yıllık yağışı 300 mm ve altında olan yerler "kurak", yıllık yağışı 300-600 mm arasında olan alanlar "yarı kurak" olarak kabul edilmektedir. Buna göre ülkemizin yaklaşık %40'ında kuraklık söz konusudur. Bu özellikteki alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının başarısında yetişme ortamının iyi analiz edilmesi, alana uygun bitki türlerinin seçimi, arazi hazırlığı ve bitkilendirme tekniklerinin doğru tespit edilerek uygulamaya aktarılması gereklidir (Yüksek ve ark., 2010). Ağaçlandırma çalışmalarının en önemli başarı göstergelerinden birisi fidanların tutma ve yaşama yüzdeleridir. Fidan tutma oranlarının düşük olması dikimi takip eden yılda yapılacak olan tamamlama dikimlerini etkilemektedir. Özellikle sert karasal iklimin hüküm sürdüğü, kışların çok soğuk ve karlı, yazların çok sıcak ve kurak geçtiği yörelerde tamamlama dikimleri önemli bir yer tutmaktadır. Bu durumda ek maliyetlere yol açmaktadır. Bu nedenle ilk dikimlerde uygun tür ve

orijin seçimi,kaliteli fidan üretimi, doğru ağaçlandırma tekniğinin uygulanması, uygun dikim ve arazi hazırlığı vb. önlemler alınarak fidan tutma yüzdelerinin arttırılması gerekmektedir.

Gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında başarı durumunun tespit edilmesinde önemli kriterlerden biriside birim alandaki (hektarda) birey sayısıdır. Çünkü birey sayısı yaşama yüzdesinin hesaplanmasında kullanılan en geçerli değişkendir (Saatçioğlu 1970, Ürgenç 1998).Ağaçlandırmada yüksek tutma başarısı gösteren ve ilk yıllarda yaşamını aktif bir biçimde sürdürebilen, çok iyi büyüme gösteren ve ekonomik yönden avantajlı olan fidana kaliteli fidan denilmektedir (Tolay, 1986). Fidanlık ve fidan kalitesi konusunda yapılan araştırmalar, dikimden sonraki 1-3 yıl arasındaki ölçmelere dayanmaktadır. Ancak fidanın tutma ve büyüme başarısını etkileyen birçok faktör yanında fidanlık ve ağaçlandırma alanı, yetişme ortamı ve arazi hazırlığı metodu da önem taşımaktadır. Bundan başka mekanik, klimatik ve biyotik etkenler de fidanın fizyolojik gücünü etkileyen karmaşık olaylardır. Dolayısıyla ağaçlandırmada başarı gösteren bir fidanın sahip olduğu kalite kriterlerini tespit etmek güç bir iştir. Fidan kalite kriterlerini ortaya koyabilmek için daha kolay ölçülebilmesi bakımından genellikle morfolojik özellikler dikkate alınmaktadır. Fidanlardaki boy, çap, gövde /kök oranı, yaş ve kuru ağırlıklar gibi morfolojik özellikler, fidan gelişimine ve yaşama yüzdesine ayrı ayrı veya tümüyle etkili olmaktadır. Fidanın morfolojik özelliklerinin değişmesinde ise gübreleme, sulama, gölgeleme, fidan yaşı, fidanlık toprağı, fidanlık yüksekliği, yerinde kök kesimi (undercutting), şaşırtma, fidan sıklığı vb. etkilidir (Tetik, 1995).

Bilinen 50 Ladin türünden biri olan Mavi Ladin (Picea pungens L.) Dünya'nın hem bahçe ve peyzaj uygulamalarında hem de ormancılıkta kullanılan popüler bir türüdür.Kuzey Amerika'nın batısında 1750-3000 m ler arasında doğal olarak yetişen tür ülkemiz'de doğal olarak yayılış göstermemekle birlikte peyzaj amaçlı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Mavi Ladin sığ ve saçak kök yapılarından dolayı yer değiştirme, boylu dikilme gibi işlemlere çok dayanıklıdırlar. Ayrıca besin maddesi yönünden fakir olan topraklara uyum sağlamaları ve dona karşı dayanıklı oluşları özellikle İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde kullanım alanlarını yaygınlaştırmıştır. Çalışma alanının bulunduğu Erzurum ilinde Mavi Ladin; özellikle son yıllarda ev bahçeleri ve belediye peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada Picea pungens'in Erzurum'da ev bahçelerinde tek ağaç şeklinde ve az miktarda kullanıldığı belirtilmiştir (Yılmaz ve Irmak, 2004). Çalışmada; daha önce büyük alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmayan Mavi Ladin fidanlarında büyüme (çap/boy) ve yaşama yüzdelerinin değerlendirmesi yapılmıştır.

2. Araştırma Alanı

Ağaçlandırma sahası olarak seçilen alanın deniz seviyesinden yüksekliği 1850 m. dir. Anadolu'yu Kafkaslara bağlayan E-80 devlet karayolu üzerinde Atatürk Üniversitesi tarafından fidanlık olarak kullanılan alan içerisindedir (Şekil 1). Ağaçlandırma sahasının bitişiğinde daha önce farklı türler kullanılarak yapılmış olan ağaçlandırma çalışmaları da bulunmaktadır. Alan 39°54'28.71"Kve 41°14'19.31"D koordinatları üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 1. Araştırma Alanı

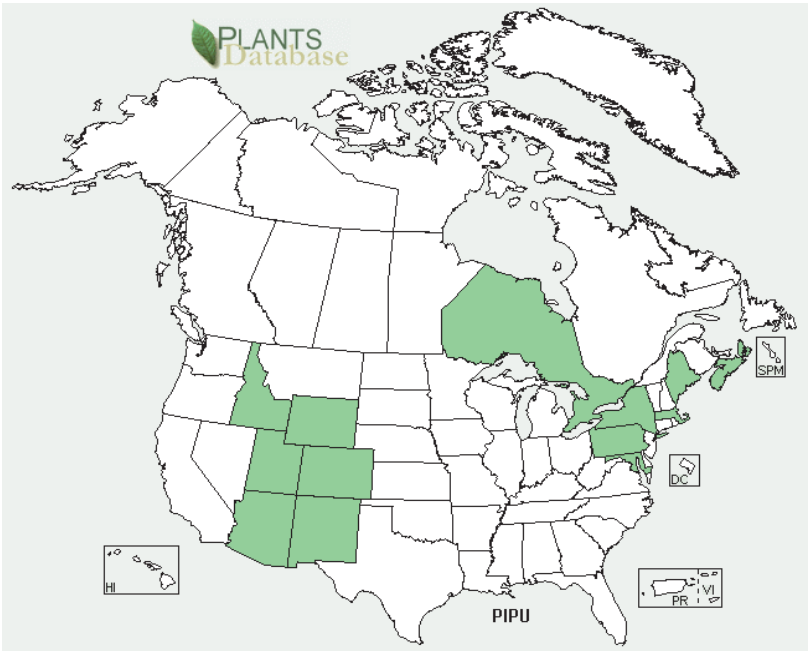
2.1. Türün Doğal Yayılış Alanı ve Bazı Özellikleri

Orta Colorado'dan güney New Mexico'ya, güney ve batı Wyoming'den doğu Idaho'ya, güneyde Utah'dan kuzey ve doğu Arizona'ya kadar büyük bir alanda doğal olarak yayılış göstermektedir (Şekil 2)(USDA, 2017). Ayrıca ABD 'nin batısındaki ormanların büyük kısmında özellikle de Batı Amerika'nın orta ve güneyindeki Rocky sıradağlarında vadiler boyunca 1750-3000 m. ler arasında yaşamaktadırlar (Strong,1978).Yapılan bazı araştırmalarda; Mavi Ladin'in karakteristik olarak kuzey bakıda 1830 ila 2740 m. ve güney bakıda 2130 ila 3050 m. aralığında bulunduğu belirtilmiştir (Fechner,1980). Her ne kadar nemli alanlarda yetişse de kuraklıklara karşı diğer ladin türlerine göre daha dirençlidirler. Düşük sıcaklıklara dayanabilme özellikleri (-40°C) yüksek ve don hasarına karşı dayanıklıdırlar. Toprak istekleri bakımından oldukça kanaatkârdırlar. Kaba bünyeli topraklara adapte olabilirler.

$CaCO_3$toleransları yüksektir (Moir and John,1979). En iyi gelişim gösterdikleri pH sınır değerleri 5.5- 7.8 arasındadır. Yangınlara karşı oldukça hassas türlerdir. Nispeten yavaş büyürler fakat uzun ömürlüdür ve 600-800 yıllık yaşlara erişebilirler. Arizona Kaibab bölgesine yakın Flagstaff bölgesi istasyonunun iklim verileri Çizelge 1' de verilmiştir (WRCC, 2017).

Çizelge 1. Arizona Flagstaff bölgesi iklim verileri (1981-2010)

	Ortalama Sıcaklık (°C)	*Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)*	*Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)*	*Ortalama Güneşlenme Süresi(Saat)*	*Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(mm)*
Ocak	-	6.2	-11.7	-	54
Şubat	-	7.3	-10	-	59
Mart	-	10.1	-6.9	-	57
Nisan	-	14.3	-3.9	-	32
Mayıs	-	19.6	-1.1	-	16
Haziran	-	24.9	2	-	11
Temmuz	-	27.2	7.5	-	60
Ağustos	-	25.8	7.5	-	88
Eylül	-	22.8	2.9	-	65
Ekim	-	17.1	-2.8	-	48
Kasım	-	10.9	-7.7	-	46
Aralık	-	6.3	-11.4	-	52
YILLIK	6.5	16	3	-	588



Şekil 2. Picea pungens L. doğal yayılış alanları

2.2 Alanın Genel İklim Özellikleri

Topoğrafik yapısı ve coğrafi konumu nedeni ile şiddetli karasal iklimin etkisinde olan Erzurum'da yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise uzun ve yağışlı geçmektedir.Meteoroloji İl Müdürlüğü 1929-2016 yılları arası verilerine göre yıllık toplam yağış ortalaması 432,8 mm, ortalama yıllık sıcaklık 5,7°C ve ortalama nem%64,3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Yağış daha çok ilkbaharve sonbahar aylarında düşmektedir. En düşük sıcaklık ortalaması -13,9°C ile Ocak ayında, en yüksek sıcaklık ortalaması ise 27,1°C ile Ağustos ayındadır. Ortalama nem 58,9 ile 62,7arasında değişmektedir. En düşük sıcaklık ortalaması -37,2°C, en yüksek sıcaklık ortalamasının ise 36,5°C olduğu belirlenmiştir. Yılın 4 ayı sıcaklık ortalaması sıfır derecenin altında ve hâkimrüzgâr yönü güneybatıdır.Deneme alanı için Erzurum Meteoroloji istasyonundan elde edilen verilere göre Erinçyağış etkinliği değeri 34,06 olarak tespit edilmişidir. Bu değer, Erinç'in indisine göre (23 < Im < 40), yarı nemli iklim tipi ve park görünümlü kurak ormanlar veya kurak mıntıka ormanları şeklinde bitki örtüsünü tanımlamaktadır.

Çizelge 2. Son iklim periyoduna göre(1929-2016) Erzurum istasyonunun iklim verileri

Parametre	*Ortalama Sıcaklık (°C)*	*Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)*	*Ortalama En DüşükSıcaklık (°C)*	*Ortalama Güneşlenme Süresi(Saat)*	*Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)*
Ocak	-9.1	-4.0	-13.9	3.2	22.5
Şubat	-7.7	-2.4	-12.6	4.3	27.3
Mart	-2.5	2.4	-7.2	5.1	35.0
Nisan	5.3	10.9	0.1	6.3	53.5
Mayıs	10.7	16.8	4.4	7.9	73.1
Haziran	14.9	21.7	7.4	10.2	49.1
Temmuz	19.3	26.4	11.2	11.2	26.8
Ağustos	19.5	27.1	11.2	10.6	17.5
Eylül	14.7	22.6	6.5	9.0	23.9
Ekim	8.1	15.1	1.8	6.7	48.2
Kasım	1.0	6.8	-3.6	4.8	33.3
Aralık	-6.0	-1.1	-10.3	3.0	22.6
YILLIK	5.7	11.9	-0.4	82.3	432.8

2.3 Ağaçlandırma Sahasının Toprak Özellikleri

Ağaçlandırma sahasından alınan toprak örneğinden yapılan analiz sonucu; toprak tekstürü kumlu balçık olarak belirlenmiş ve toprak çok hafif alkali karakterli, az kireçli, tuzsuz ve organik madde düzeyi bakımından zayıftır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toprak Analiz Sonuçları

FİZİKSEL ANALİZLER					pH	Tuz	Kireç Total	Organik Madde
%				Toprak Türü		mmhos/cm	%	%
Kum	Kil	Toz	Toz+Kil	Diğer				
54,67	14,76	30,57	45,33	Kumlu balçık	7,22	0,146	1,15	1,315

3. Materyal ve Metot

Atatürk Üniversitesi fidanlığında; Amerika Birleşik Devletleri Arizona - Kaibab orijinli 2+2 yaşlı Mavi Ladin fidanları kullanılarak yapılan ağaçlandırma çalışmasında fidanların büyüme ve yaşam yüzdelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Alanın dikime hazırlanması amacıyla lastik tekerlekli traktör yardımıyla diri örtü temizliği ve toprak işleme yapılmıştır. Fidanlar 2 x 1 m aralıklarla oluşturulan çukurlara sonbaharda dikilmiştir. Ayrıca sahadayılda tek sefer olmak üzere her yıl makina ile diri örtü mücadelesi yapılmıştır.

Sahaya 2+2 kaplı fidanlardan toplam 1150 fidan dikilmiş; bu fidanlardan rastgele yöntemle seçilen 70 adet fidan işaretlenmişve 3 yıl boyunca çap / boy ölçümleri yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca yaşam yüzdelerinin belirlenmesi amacıyla kuruyan fidanlar da tespit edilerek yaşama yüzdeleri hesaplanmıştır. Ölçümlere vejetasyon döneminin sona erdiği dikim yılını takip eden 2015 yılı Eylül ayı içerisinde başlanmıştır.Ağaçlandırma alanında üç yıl boyunca ot alma ve çapalama işlemi işçi yardımıyla yapılmıştır.Çalışma alanından elde edilen veriler IBM SPSS İstatistikprogramıyla analiz edilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri tespit edilerek, yıllara göre boy ve çap artımlarında istatistiki olarak anlamlı bir fark olup olmadığı ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Bunun yanında bitkilerdeki canlılık ve kuruma oranlarıyla ilgili SPSS programında Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Alanın iklim ve toprak özellikleri belirlenerek türün iklim ve toprak istekleri ile karşılaştırılmıştır. Toprak analizleri Güneydoğu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

4. Bulgular

Uygulanan işlemler arasında fidanların 3 yıllık büyümeleri arasında istatistik olarak bir farklılık olup olmadığını ortaya koymak amacıyla Anova testi yapılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4 te verilmiştir. Bitkilerin yıllara göre ortalama büyümelerinin (Çap/Boy) varyanslarında % 95 güven aralığında (p=0,05) istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Örneklem büyüklüğü % 95 güven seviyesinde, % 11 kabul edilebilir hataya göre 70 olarak bulunmuştur. Ayrıca en yüksek ortalama büyümenin (Çap/Boy) yağış ve sıcaklık değerlerinin önceki yıllara göre mevsim normallerinin üzerinde olduğu2017 yılında gerçekleştiği tespit edilmiştir.Dondan dolayı sararıp ibreleri kuruyan fidanların %70'inin bahar geldiğinde tekrar yeşerdiği kalan fidanların ise tamamen kuruduğu gözlemlenmiştir.Ağaçlandırma sahasının toprak özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Ağaçlandırma sahasında pH 7,22 dir. Toprak örneğinin% tuz değerleri incelendiğinde "tuzsuz" sınıfına girmektedir. Toprak örneklerinin $CaCO_3$ değeri % 1,15 olarak belirlenmiştir. Toprak örneğinin organik madde içeriğinin % 1,315 olduğu ve organik madde yönünden zayıf olduğu tespit edilmiştir. Toprak örneğine göre toprak türü ise kumlu balçıktır.

Çizelge 4. Fidanların büyümelerine ilişkin test sonuçları

Yıllar	*Değişkenler*	*Frekans (N)*	*Max. Statistic*	*Min. Statistic*	*Mean (Ortalama)*	*Std. Deviation Statistic*	*Variance Statistic*
2015	Boy	70	6,90	2,00	4,0343	1,07984	1,116
	Çap	70	2,10	0,90	1,5543	0,25061	0,063
2016	Boy	70	14,60	0,00	7,0043	2,69489	7,262
	Çap	70	2,50	0,00	1,7314	0,46111	0,213
2017	Boy	70	16,00	0,00	7,2486	4,85183	23,540
	Çap	70	3,00	0,00	1,7821	0,92674	0,859

Ayrıca türün doğal yayılış alanının bazı özellikleri incelendiğinde (rakım, iklim, topoğrafya vs.) bölgemizle büyük benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir.Bitkilerdeki canlılık ve kuruma oranlarıyla ilgili SPSS Programında Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Test sonucunda 2015 ve 2016 yıllarındaki kuruma oranları normal dağılım gösterirken, 2017 yılındaki kuruma oranı normal dağılıma uymamıştır (sig. 0,001). Bu durum istatistiki olarak önemli görülmüştür ve 2017 yılındaki kuruma oranının istatistiki olarak anlamlı bir şekilde düştüğü şeklinde yorumlanmıştır. Genel duruma bakıldığında ise toplam tutan bitki sayısı % 85,22,

kuruyan bitki sayısının ise % 14,78 olduğu görülmektedir. Bitkilerdeki kuruma oranlarının adaptasyon, dikim, sulama vb. durumlardan kaynaklandığı değerlendirilmiştir.Çalışmada 3 yıla ait kuruma ve canlılık verileri incelendiğinde 2017 yılında bitkilerdeki canlı kalma durumu yüzdesel olarak önceki yıllara göre daha fazla iken kuruyan bitki sayısı önceki yıllara göre daha düşüktür (Çizelge 5). 2017 yılı sonunda dikilen 1150 fidanın 170 tanesinin kuruduğu ve yaşama yüzdesinin %85.2 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Picea pungens L. fidanlarının yıllara göre yaşama yüzdeleri

	2015		***2016***		***2017***		***Toplam***	
	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)	Frekans	Yüzde (%)
Canlı	1067	92,78	1008	94,47	980	97,21	980	85,22
Kuruyan	83	7,22	59	5,53	28	2,69	170	14,78

5. Sonuç ve Öneriler

Atatürk Üniversitesi fidanlığında mavi ladin (picea pungens l.) fidanlarının büyüme (çap/boy) ve yaşama yüzdelerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmasının; yaşama yüzdesi (%85,2) ve fidan gelişimleri dikkate alındığında başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Fidanların orijinlerinin bulunduğu yer ile ağaçlandırma çalışması yapılan yerin yıllık yağışı, ortalama sıcaklığı ve vejetasyon süreleri birbirlerine oldukça yakın olduğu bu sebeple bölgeye uyum sağlayacakları düşünülmektedir. Ancak yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında yetişme ortamı koşullarına uygun tür ve orijinler kullanılmalıdır. Bu sebeple orijin denemelerinin yapılması önerilmektedir. Ayrıca türün farklı bakı ve rakımlarda adaptasyon denemelerinin yapılmasında da fayda görülmektedir.

Kaynaklar

Fechner, Gilbert H., 1980. Blue spruce-216. In Forest cover types of the United States and Canada. p. 95-96. F. H, Eyre, ed. Society of American Foresters, Washington, DC.

Moir, William H., and John A. Ludwig., 1979. A classification of spruce-fir mixed conifer habitat types of Arizona and New Mexico, USDA Forest Service, Research Paper RM-207. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO. 47 p.

Özel, H. B., Karayılmazlar, S., & Demirci, A., 2014. Bartın Havzasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemiyle Akdeniz Çam Türleri (Pinus brutia Ten. ve Pinus pinea L.) Kullanılarak Yapılacak Ağaçlandırma Çalışmaları İçin Yer Seçimi. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu "Akdeniz ormanlarının geleceği: Sürdürülebilir toplum ve çevre, 22-24. Antalya.

Saatçioğlu, F., 1970. Suni Orman Gençleştirmesi ve Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü Orman Fakültesi Yayın No: 152. İstanbul.

Strong, W. L. (1978). Evidence of Picea pungens in north-central Montana and its significance. Canadian Journal of Botany 56(9):1118-1121. Canada.

Tetik, M., 1995. Sarıkamış fidanlığında ekim sıklığının sarıçam (Pinus silvestris L.) fidanlarının kalitesine ve dikimdeki başarısına etkileri, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten No: 244, Ankara.

Tolay U., 1986. Ağaçlandırmada fidan tutma ve büyümesine etkili olan faktörler, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araşt Enst Derg 1:61-83, Ankara.

USDA, 2017.USDA Natural Resources Conservation Service web sitesi, https://plants. usda. gov/core/profile?symbol=PIPU, Erişim tarihi: 13.10.2015.

Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları No: 3994/441. İstanbul.

WRCC, 2017. WRCC Western Regional Climate Center web sitesi, https://wrcc. dri. edu/About/overview. php, Erişim tarihi: 13.10.2015.

Yılmaz, H., & Irmak, M. A., 2004. Erzurum kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan bitki materyalinin değerlendirilmesi. Ekoloji, 13(52), 9-16, Ankara.

Yüksek, T., Özalp, M., Yüksek, F., Erdoğan Yüksel, E., Dehşet, F., & İnanlı, E., 2010. Erozyon kontrol sahalarında kullanılan yalancı akasyanın (robinia pseudeoacacia l.) toprak özelliklerine etkisi (Artvin-Pamukçular Havzası örneği), III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, 20-22 Mayıs 2010,Cilt: II Sayfa: 708-715, Artvin.

BALIKESİR-MANYAS YÖRESİ KIZILÇAM (*Pinusbrutia* Ten.) AĞAÇLANDIRMALARININ TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL
Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye
halilbarisozel@yahoo.com

Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR*
Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye
*Corresponding Author:
isdasdemir@hotmail.com

Selim ÜZGÜN
Serbest Orman Yüksek Mühendisi, Sakarya, Türkiye
selimuzgun@gmail.com

Özet

Ağaçlandırma çalışmalarından yüksek başarı elde edebilmek için, bu tür yatırımların teknik ve ekonomik açıdan çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Ülkemizin asli ağaç türü ve hızlı büyüme özelliğinesahip olan kızılçam, genel ve özel nitelikli ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmada; Balıkesir-Manyas yöresinde III. bonitet sınıfında toplam 25,6 ha alanda 3x2m aralık-mesafe ile tesis edilen kızılçam ağaçlandırmalarının 30. yılsonundaki gelişim performanslarıteknik ve ekonomik yönden incelenmiştir. Bu amaçla yapılan teknik incelemede; kızılçam ağaçlandırma alanından alınan 20x20m büyüklüğünde toplam 30 adet deneme alanında boy veçap ölçümleri yapılmış, ağaç sayıları ve yaşama yüzdesi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre kızılçam ağaçlandırma alanında ortalama boy 9,6m, ortalama çap 28,7cm ve ortalama yaşama yüzdesi %82,6olarak bulunmuştur. Ekonomik değerlendirmeler kapsamında ise; kızılçam ağaçlandırmaları Net Bugünkü Değer (NBD), İç Kârlılık Oranı (İKO) ve FaydaMasraf Oranı (FMO) kriterleri ile analiz edilmiştir. Sonuçlar aynı bonitetteki doğal kızılçam meşcereleri ve I. bonitetteki kızılçam ağaçlandırmalarıyla karşılaştırılmıştır. Bu amaçla kızılçam ağaçlandırma sahaları için hazırlanmış hasılat tablosundan (Usta, 1991), kızılçam doğal meşcereler için yapılmış hasılat tablosundan (Erkan, 1996) ve kızılçam için hazırlanmış ürün çeşitleri tablosundan (Sun vd., 1977) yararlanılmıştır. Ekonomik analizler sonucunda, III. bonitetteki kızılçam ağaçlandırmalarının aynı bonitetteki doğal meşcerelere göre 1,2 kata daha yüksek, I. bonitetteki ağaçlandırmalaragöre 10,2 kat daha düşük bir ekonomik getiri sağladığı saptanmıştır. Ayrıca araştırma bulguları doğrultusunda, kızılçam ağaçlandırmalarında yer seçiminin, teknik ve ekonomik analizinönemine ilişkin uygulamaya yönelik olarak bazı öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Kızılçam (Pinusbrutia Ten.), ağaçlandırma, büyüme, bonitet, ekonomik analiz, Manyas, Balıkesir.*

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF RED PINE (PinusbrutiaTen.) PLANTATIONS IN THE BALIKESIR-MANYAS REGION

Abstract

In order to obtain high success from afforestation studies, such investments need to be analyzed very well in terms of technical and economic aspects. Turkish red pine, which is the main tree species of Turkey and has a rapid growth feature, is widely used in general and special plantation studies. In this study; the development performances of Turkish red pine plantations at the end of the thirtieth year,which was established a total area of 25.6 hectares in the third site classwith a 3x2 m range-distance in the Balıkesir-Manyas region, were examined from the technical and economic point of view. In the technical examination; height and diameter measurements were made in 30 sample plots with 20x20m size taken from the plantation area, and the number of trees and percentages of survival were calculated. According to the obtained data, the average height in the plantation area was 9.6 m, the average diameter was 28.7 cm and the average survival rate was 82.6%. Within the scope of economic evaluations; red pine plantations were analyzed via Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and BenefitCost Ratio (BCR) criteria, and the results were compared with the natural stands in the same site class and the plantations in the first site class. For this purpose, the yield table for red pine plantation areas (Usta, 1991), the yield table for red pine natural stands (Erkan, 1996) and barked volume ratios in the product range table of red pine (Sun et al., 1977) were used. Thus, as a result of economic analyses, it was determined that the economic return of the red pine plantations in the third site class was 1.2 timeshigher than the natural stands in the same site class, and was 10.2 times lower than the plantations in the first site class. Additionally, by utilizing research findings, some suggestions related to the importance of site selection, and technical and economic analysis in the red pine plantations were improvedforimplementation.

Keywords: *Turkish red pine (Pinusbrutia Ten.), plantation, growth, site class, economic analysis, Manyas, Balıkesir.*

1. Giriş

Günümüz modern toplumlarının gelişen teknoloji ve endüstrileşme sonucunda doğal kaynaklardan elde edilen ürün ve hizmetlere olan talepleri her geçen gün hızla artmaktadır. Bu durum doğal kaynaklardan plansız bir şekilde yararlanma olgusunu artırmakta ve bu kaynakların hızla tükenmesine yol açmaktadır. Özellikle enerji sektöründe ortaya çıkan yüksek talep artışları karşısında kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil kökenli doğal kaynaklar yavaş yavaş tükenme noktasına gelmiştir. Diğer taraftan küresel ısınma nedeniyle değişen ekolojik koşullara bağlı olarak tüm doğal yaşam alanlarında ciddi tahribatlar meydana gelmiş, bu durumu endüstriyel ve evsel atıkların yol açtığı çevre kirliliği de önemli ölçüde hızlandırmıştır. Günümüzde doğal kaynaklar, artık sadece hammadde elde edilen kaynaklar olmaktan çıkmış, daha çok toplum yararına işlevsel ve çok amaçlı faydaları ile yönetilir hale gelmiştir. Bu süreç içerisinde kendisini yenileyebilen ve en önemli doğal kaynaklardanolan ormanların önemi ve toplum sağlığındaki rolü hızla artmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın olumsuzluklarının engellenmesinde ortaya çıkan karbon depolama ve karbon salınımının azaltılmasında ormanların önemi oldukça büyüktür.

Ülkemiz farklı coğrafik özelliklere ve birbirinden farklı yetişme ortamı koşullarına sahiptir. Bu durum gerek tür zenginliği gerekse de kuruluş özellikleri yönünden birbirinden değerli orman kaynaklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Son istatistiki bilgilere göre ülkemizin toplam ormanlık alanı 22,3 milyon ha olarak bildirilmektedir (OGM, 2015). Ancak yine son değerlendirmelere göre geçmişten günümüze kadar yapılan plansız ve aşırı yararlanmalar, yangınlar, fırtına ve böcek zararları gibi biyotik ve abiyotik faktörler nedeniyle ülkemiz ormanlarının yaklaşık %50'si verimsiz durumda olup, yeniden ıslah edilerek ülke ekonomisine kazandırılmayı beklemektedir. Bu alanların ıslah edilerek yeniden verimli hale getirilmesi veya yeni orman alanlarının kazanımının sağlanması için başarılı ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Ürgenç, 1998). Başarılı ağaçlandırma çalışmalarının gerçekleştirilmesi ise yetişme ortamı koşullarının iyi etüt edilmesini, doğru tür, orijin ve ıslah edilmiş kaliteli fidanların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Tunçtaner, 2007). Bununla birlikte yapılacak olan ağaçlandırma çalışmaları birden fazla amaca hizmet etmeli ve marjinal ekosistem alanlarında ortaya çıkan özellikle bozulmuş ekosistemlerin rehabilitasyonu ve restorasyonunu da katkı sağlamaktadır. Ülkemiz birbirinden farklı değişik yetişme ortamı koşullarına sahip bir ülkedir. Özellikle iklim bölgeleri arasında "geçiş zonu" olarak tanımlanan alanlardaki ekosistemin korunması, bu alanlardaki popülasyonların bir gen kaynağı olarak değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir (Boydak ve Çalıkoğlu, 2000). Bu anlamda doğal yayılışı ve coğrafik varyasyonunun genişliği nedeniyle kızılçamı (*Pinusbrutia* Ten.) ve karaçamı (*Pinusnigra* Arnold.) bu tür geçiş zonlarında ve ekstrem yetişme ortamı koşullarında yaygın olarak görmek mümkündür (Atalay, 2014). Ayrıca ülkemizin yerli ve hızlı gelişen türlerinin başında bulunan kızılçam hem milli ıslah

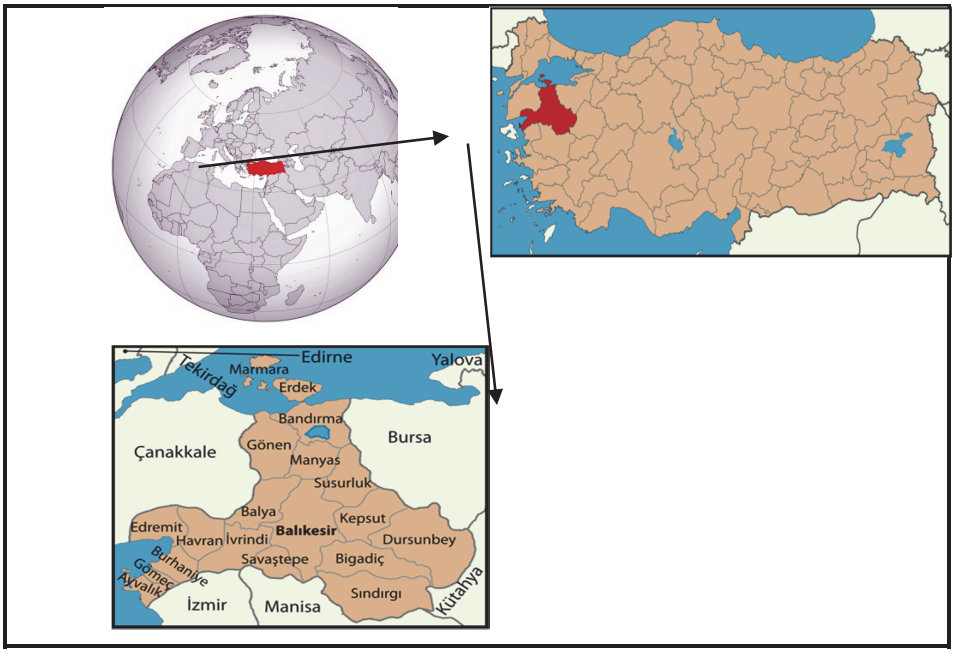
programımızın uygulandığı ağaç türümüz olup, hem de değişik ana ve geçiş iklim zonlarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılan teknik ve ekonomik değeri yüksek olan bir türdür (Koski ve Antola, 1993; Boydak vd., 2006). Ülkemizde kızılçam gibi hızlı gelişen türlerle çeşitli bölgelerde değişik amaçlarla yapılan ağaçlandırma çalışmalarının pek çok çevresel ve toplumsal faydası yanında, odun hammaddesi arz açığının kapatılması ve ülke ekonomisi bakımından da önemi vardır.

Ağaçlandırma çalışmaları uzun süreli yatırımlar olup,bu tür yatırımlardan beklenen yararların sağlanması ve ulusal ekonomiye katkısının maksimize edilmesi için, ağaç türü, yer (bonitet), üretim teknolojisi ve büyüme performansı bakımından,yani teknik ve ekonomik açıdan çok iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada ülkemizin klimatik koşullar yönünden Marmara-Ege iklim bölgeleri arasında geçiş zonunda bulunan ve biyolojik çeşitlilik bakımından zengin olan Balıkesir-Manyas yöresinde III. bonitette gerçekleştirilen kızılçam ağaçlandırmalarının 30. yılsonundaki teknik ve ekonomik değerlendirmelerinin yapılması, ekonomik sonuçlarınınaynı bonitetteki doğal meşcerelerle ve I. bonitetteki ağaçlandırmalarla karşılaştırılması, böylece yörede aynı tür ile gelecekte yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında özellikle yer seçimi konusunda uygulamacılara ışık tutacak bilgilerin üretilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma,Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü Bandırma Orman İşletmesine bağlı Manyas Orman İşletme Şefliği sınırlarında 1987 yılında Balıkesir orijinli 1+0 yaşlı ve çıplak köklü kızılçam fidanları ile kurulan kızılçam ağaçlandırma sahasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma Alanının Konumu ve Genel Görünümü.

Günümüzde uygulanmakta olan amenajman planında ağaçlandırma sahası 24 ve 25 nolu bölmelerde bulunmakta olup, meşcere tipi $Çzc_3$'dür. Araştırmaya konu olan kızılçam ağaçlandırmalarının toplam alanı 25,6 ha'dır (Anonim, 2017). Manyas Meteoroloji İstasyonu değerlerine göre; bölgede yıllık ortalama sıcaklık 14,6 °C olup, en yüksek sıcaklık 43,7 °C ile temmuz ve ağustos aylarında en düşük sıcaklıkta -13,8 °C ile ocak ayında ölçülmüştür. Yıllık ortalama yağış miktarı 583,7 mm, vejetasyon dönemi yağış miktarı ise 346,2 mm'dir. Sahanın ortalama yüksekliği 50 m olup, genel toprak özelliği ise killi kumlu balçıktır. Ağaçlandırma alanları batı bakılıdır. Ağaçlandırmalarda dikim aralıkları 3x2 m olarak uygulanmıştır. Dozer ile arazi hazırlığı ve toprak işlemesi yapılarak dikimler gerçekleştirilmiştir.

2017 yılında ağaçlandırma sahasında alınan deneme alanlarında yapılan çap, boy, ölçümleri, yaş ve ağaç sayısı tespitleri sonucu elde edilen veriler, Bandırma Orman İşletme Müdürlüğü kayıtlarından alınan veriler (ağaçlandırma masrafları,

odun üretim maliyetleri, odun satış fiyatları vb.), ayrıca ekonomik değerlendirmeleri yapmak amacıyla kızılçam ağaçlandırma sahaları için yapılmış hasılat tablosu (Usta, 1991) ve doğal meşcereleri için yapılmış hasılat tablosu (Erkan, 1996) verileri ile Sun vd. (1977) tarafından kızılçam için hazırlanan ürün çeşitleri tablosundaki kabuklu hacim oranları bu araştırmada materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Metot

Ağaçlandırma sahasının gelişiminin ve yetişme ortamı koşullarının en iyi şekilde temsil edilebilmesi için 20x20 m büyüklüğünde (400 m^2) ve kare şeklinde toplam 30 adet deneme alanı alınmıştır. Her deneme alanındaki ağaç sayısı tespit edilmiş, tüm ağaçların boyları ve 1,30 m çapları ölçülmüş ve beş galip ağaçta yaş tayini yapılmıştır. Ağaçlandırma sahasının 30. yılsonundaki başarı durumunu tespit etmek için başlangıçtaki dikim aralık-mesafesi (3x2 m) esas alınmıştır. Böylece deneme alanlarındaki mevcut ağaç sayısı hektara dönüştürülmüş ve başlangıçtaki aralık-mesafe ile yapılan dikimlerde bulunması gereken fidan sayısına (1667 adet/ha) oranlanarak başarı durumu bulunmuştur. Deneme alanları düzeyinde belirlenen bu başarı oranların ortalaması alınmak suretiyle, ağaçlandırma alanlarının başarı oranları belirlenmiştir.

Ağaçlandırma sahalarına ilişkin ekonomik değerlendirmeler kapsamında odun üretimine ilişkin gelir ve gider hesapları yapılmıştır. Gelir hesapları yapılırken öncelikle ağaçlandırma sahasının boniteti belirlenmiştir. Bunun için deneme alanlarındabeş gelip ağaçta üst boyu ölçülmüş ve yaşları tespit edilmiştir. Deneme alanlarındaki üst boy ve yaş ortalamalarıalınarak ağaçlandırma alanı için üst boy ve yaş değerleri hesaplanmıştır. Ortalama üst boy, yaş ve 3x2 m potansiyel büyüme alanı esas alınarak ve kızılçam ağaçlandırma sahaları için düzenlenmiş hasılat tablosundan (Usta, 1991) yararlanarak, ağaçlandırma sahasının bonitet sınıfı ve o bonitet sınıfında ortalama artımın en yüksek olduğu yaş idare süresi (u) olarak belirlenmiştir. Keza söz konusu hasılat tablosundan yararlanarak idare süresi boyunca alınacak ara hasılatlar (D_1, D_2, ...) ve son hasılat (A_n) miktarları saptanmıştır. Ağaçlandırma sahaları başlangıçta çıplak olduğu için, tesis öncesi sahadan alınan hasılat sıfır kabul edilmiştir. Benzer şekilde kızılçam doğal meşcereleri için Erkan (1996) tarafından yapılmış bonitet ve hasılat tablosu, ilgili bonitet sınıfı için idare süresi, ara ve son odun hasılat hacimleri tespit edilmiştir. Tespit edilen ara ve son hasılat hacimleri Sun vd. (1977) tarafından kızılçam için hazırlanan ürün çeşitleri tablosundaki kabuklu hacim oranları yardımıyla ürün çeşitlerine ayrılmıştır.

Ürün çeşitleri itibariyle üretim maliyetleri (tarife bedeli +yükleme+ taşıma+ istif-tasnif+ depolama) ve açık artırmalı satış fiyatları Bandırma Orman İşletme Müdürlüğünün kayıtlarından alınmıştır. Ürün çeşitleri itibariyle satış fiyatlarından

üretim maliyetleri çıkarılmak suretiyle, net satış fiyatları hesaplanmıştır. Gerek ağaçlandırma sahaları için, gerekse doğal meşcereler için ürün çeşitleri itibariyle belirlenen ara ve son hasılatlar net satış fiyatlarıyla çarpılmak suretiyle net gelirler bulunmuştur. Ayrıca kızılçam ağaçlandırma masrafları (tesis, bakım, fidan maliyeti ve diğer giderler) makineli-dozerliçalışma (işgücü ile çalışmadığı için) seçeneği için işletme kayıtlarından alınmış ve ekonomik analizlere katılmıştır.

Belirlenen tüm gelirler ve masraflar dikkate alınarak ekonomik analizler; ***Net Bugünkü Değer (NBD)*** (Formül 1), ***İç Kârlılık Oranı (İKO)***(Formül 2) ve ***Fayda/Masraf Oranı (FMO)***(Formül 3)kriterleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Geray, 1986; Türker, 1986; Daşdemir ve Şahin, 2006; Tuçtaner vd., 2012; Daşdemir, 2012, 2015);

$$NBD = \sum_{t=0}^{n} \frac{G_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^{n} \frac{M_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

$$İKO\ (i_r) \rightarrow NBD = 0 = \sum_{t=0}^{n} \frac{G_t - M_t}{(1+i_r)^t} \quad (2)$$

$$FMO = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{G_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{M_t}{(1+i)^t}} \quad (3)$$

Formüllerde; G_t: t yılındaki gelirleri, M_t: t yılındaki masrafları, n: idare süresini, i : faizoranını ve i_r: İKO'yugöstermektedir. Araştırmada, NBD ve FMO hesaplarında i=%3 ormancılık cüzi faizi oranı kullanılmıştır. İKO ise, farklı faiz oranlarına göre iterasyonla hesaplanmıştır. Hesaplamalarda 2017 yılı cari fiyatları kullanılmıştır.

Balıkesir-Manyas yöresinde III. bonitet sınıfında yapılan kızılçam ağaçlandırmalarının odun hammaddesi bakımından ekonomik analizleri NBD, İKO ve FMO kriterli itibariyle yapılmış, sonuçlar aynı bonitetteki doğal meşcerelerle ve I. bonitetteki ağaçlandırmalarla karşılaştırılmış ve böylece yapılan ağaçlandırma yatırımının ekonomik başarısı ortaya konulmuştur.

3. Bulgular

3.1.Ağaçlandırma Sahasının Teknik Analizine İlişkin Bulgular

Ağaçlandırma alanından alınan toplam 30 adet deneme alanında gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ağaçlandırma sahasının bazı teknik özellikleri Tablo 1'deki gibi tespit edilmiştir.

Tablo 1. Manyas Kızılçam Ağaçlandırma Sahasının Bazı Fizyografik ve Meşcere Özellikleri

Büyüklük (Ha)	Bakı	Yükselti (m)	Eğim (%)	Yaş (yıl)	Ortalama Boy (m)	Ortalama Çap (cm)	Yaşama Yüzdesi (%)	Üst Boy (m)	Bonitet Sınıfı
25,6	Batı	50	20	30	9,6	28,7	82,6	10,4	III (Kötü)

Araştırma alanını oluşturan ve Manyas Orman İşletme Şefliğinin 24 ve 25 nolu bölmelerinde bulunan kızılçam ağaçlandırma alanından alınan 30 adet deneme alanında yapılan ölçümler sonucunda 30 yaşındaki kızılçam ağaçlarının boyunun 8,9-10,4 m arasında değiştiği ve ortalama boy değerinin 9,6 m olduğu, çap gelişiminin 25,8-31,6 cm arasında değiştiği ve ortalama çap gelişiminin 28,7 cm olduğu ve yaşama yüzdesinin ise %93,7 ile %71,5 arasında değiştiği ve ortalama yaşama yüzdesinin %82,6 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

3.2. Ağaçlandırma Sahasının Ekonomik Analizine İlişkin Bulgular

3.2.1. Bonitet, İdare Süresi, Aralama Yaşı-Şiddeti ve Hacim Bulguları

Deneme alanlarından ölçülen üst boy ve yaş değerlerine dayanarak,ağaçlandırma sahası için üst boy 10,4 m ve ortalama yaş 30 yıl hesaplanmıştır. Usta (1991) tarafından kızılçam ağaçlandırma sahaları için düzenlenmiş hasılat tablosundan yararlanarak, tespit edilen üst boy, yaş ve 3x2 m (6 m^2; hektarda 1667 adet ağaç) potansiyel büyüme alanı esas alınarak ağaçlandırma sahasının III. (kötü) bonitet sınıfında olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Usta (1991) tarafından düzenlenen hasılat tablosu kullanılarak III. bonitette, 3x2 m (6 m^2) potansiyel büyüme alanı için ortalama hacim artımının en yüksek olduğu 33. yaş, idaresi süresi olarak tespit edilmiştir. Keza Usta'nın (1991) III. bonitet için belirlediği tek aralama yaşı 25 alınmış ve aralamanın %35 şiddetinde yapıldığı varsayılmıştır. Buna göre 25. yaş için Usta (1991) tarafından verilen 73 m^3 hacmin %35'i (25,55 m^3) ara hasılat (D_{25}) olarak alınmıştır. Keza 25. yaşta uygulanan %35 şiddetindeki bir aralamanın aralık-mesafeyi %35 artırdığı kabul edilerek 33. yaştaki son hasılatın hacim değeri (A_{33}), 8 m^2 potansiyel büyüme alanına denk gelen 112,7 m^3 alınmıştır. Yine Usta (1991) hasılat tablosundan I. bonitet için belirlediği 27 yaş idare süresi, 17 aralama yaşı ve %35 aralama şiddeti esas alınarak 3x2 m (6 m^2) potansiyel büyüme alanı için ara hasılat D_{17}= 39,2 m^3 ve 27. yaşındaki son hasılat da 8 m^2 potansiyel alan için A_{27}= 233,3 m^3 bulunmuştur.

Doğal kızılçam meşcereleri için Erkan (1996) tarafından hazırlanmış bonitet ve hasılat tablosu kullanılmıştır. Erkan'ın (1996) üçlü bonitet sınıflaması tablosunda 10,4 m üst boy ve 30 yaş ölçülerine en yakın olan bonitet sınıfı III (kötü) olup, bu sınıfın ortalaması olan 12,5 "site indeks" değerine yakın olan 13,3 bonitet endeksli

hasılat tablosu kullanılmıştır. Bu tabloda idare süresi 45 yıl olup, 25 yaşında 1. aralama (D_{25}= 15,68 m^3), 35 yaşında ikinci aralama (D_{35}=20,67 m^3) ve 45 yaşında son hasılat (A_{45}=138,23+19,25 =157,48 m^3) alınacağı varsayılmıştır.

3.2.2. Gelir ve Maliyet Bulguları

Gerek ağaçlandırma sahaları ve gerekse doğal kızılçam meşcerelerine ilişkin belirlenen ara ve son hasılat hacimleri, ilgili hasılat tablosunda bu hacimlere karşılık gelen orta çap değerleri esas alınarak, Sun vd. (1977) tarafından hazırlanan ürün çeşitleri tablosundaki kabuklu hacim oranları kullanılmak suretiyle ürün çeşitlerine ayrılmıştır. Bandırma Orman İşletme Müdürlüğünün ürün çeşitleri itibariyle açık artırmalı satış fiyatlarından üretim maliyetleri çıkarılarak net satış fiyatları hesaplanmıştır (Tablo 2). Ürün çeşitlerinin miktarı ile net satış fiyatları çarpılarak da net gelirler bulunmuştur.

Tablo 2. Kızılçam Ürün Çeşitleri İtibariyle Üretim Maliyetleri ve Satış Fiyatları (2017 yılı fiyatlarıyla)

Ağaç Türü	Ürün Çeşidi	Üretim Maliyeti (TL)	Satış Fiyatı (TL)	Net Satış Fiyatı (TL)
Kızılçam	Tomruk (m^3)	90	280	190
	Maden Direği (m^3)	100	245	145
	Sanayi Odunu (m^3)	90	230	140
	Yakacak Odun(m^3)	90	220	130

Diğer yandan, 1 ha kızılçam ağaçlandırma sahası masrafları (tesis, bakım, fidan maliyeti ve diğer giderler) makineli-dozerli çalışma seçeneği için Orman Genel Müdürlüğü birim fiyatlarına dayanarak, Bandırma Orman İşletmesiiçin 6.215,66TL/ha (2017 yılı fiyatlarıyla) tespit edilmiştir.

3.3.3. Net Bugünkü Değer, İç Kârlılık Oranı ve Fayda/Masraf Oranı Bulguları

Kızılçam ağaçlandırmaları ve doğal meşcereler için yukarıda açıklandığı şekilde belirlenen III. bonitet sınıfı, idare süresi ve aralama yaşları esas alınarak, ilgili hasılat tabloların ve ürün çeşitleri tablosu yardımıyla belirlenen ara ve asli hasılat hacimleri, net satış fiyatları ve ağaçlandırma masraflarına dayanarakekonomik analizler NBD, İKO ve FMO kriterleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Tablo 3). Hesaplamalar 2017 yılı cari fiyatları esas alınarak yapılmıştır.

Tablo 3. Kızılçam Ağaçlandırma Sahası ve Doğal Meşceresi İçin NBD, İKO ve FMO Hesapları

Saha	Bonitet	İdare Süresi	Hasılat Yılları	Ürün Çeşidi	Ürün Miktarı (m^3/ha)	Net Satış Fiyatı (TL/m^3)	İndirgenmiş Net Gelirler (TL/ha)	
							i=0,04	i=0,03
Kızılçam Ağaçlandırma Sahası	III (Kötü)	33	D_{25}	Yakacak	7,89	130	384,76	489,88
				Sanayi Odunu	8,05	140	422,76	538,26
				Maden Direk	9,61	145	522,71	665,52
			A_{33}	Yakacak	34,82	130	1.240,71	1.706,65
				Sanayi Odunu	35,5	140	1.362,25	1.873,82
				Maden Direk	42,38	145	1.684,34	2.316,86
			Gelirler Toplamı (TL/ha)				5.617,52	7.590,99
			Giderler Toplamı (TL/ha)				6.215,66	6.215,66
			NBD (TL/ha)				-598	1.375
			İKO (%)				3,70	
			FMO				1,22	
							i=0,04	**i=0,03**
Kızılçam Doğal Meşceresi	III (Kötü)	45	D_{25}	Yakacak	4,85	130	236,51	301,13
				Sanayi Odunu	4,94	140	259,43	330,31
				Maden Direk	5,9	145	320,91	408,59
			D_{35}	Yakacak	6,95	130	228,96	321,09
				Sanayi Odunu	6,26	140	222,09	311,46
				Maden Direk	7,46	145	274,12	384,42
			A_{45}	Yakacak	67,24	130	1.496,48	2.311,51
				Sanayi Odunu	41,1	140	985,08	1.521,58
				Maden Direk	49,13	145	1.219,59	1.883,82
			Gelirler Toplamı (TL/ha)				5.243,18	7.773,91
			Giderler Toplamı (TL/ha)				6.215,66	6.215,66
			NBD (TL/ha)				-972	1.558
			İKO (%)				3,62	
			FMO				1,25	
							i=0,08	**i=0,03**
Kızılçam Ağaçlandırma Sahası	I (İYİ)	27	D_{17}	Yakacak	13,17	130	462,73	1.035,85
				Sanayi Odunu	11,88	140	449,51	1.006,26
				Maden Direk	14,15	145	554,52	1.241,34
			A_{27}	Yakacak	99,62	130	1.621,24	5.830,22
				Sanayi Odunu	60,89	140	1.067,17	3.837,68
				Maden Direk	72,79	145	1.321,29	4.751,54
			Gelirler Toplamı (TL/ha)				5.476,47	17.702,90
			Giderler Toplamı (TL/ha)				6.215,66	6.215,66
			NBD (TL/ha)				-739	11.487
			İKO (%)				7,47	
			FMO				2,85	

İdare süresinin etkisini elimine etmek üzere, ağaçlandırma sahaları ile doğal meşcereler için hesaplanan NBD'ler (TL/ha) idare süresine bölünerek, yıllık ortalama NBD'ler hesaplanmıştır. Buna göre yıllık NBD'ler; *ağaçlandırma sahası + kötü bonitet + 33 yıl idare süresi* seçeneği için 41,67 TL/ha/yıl,*doğal meşcere + kötü bonitet + 45 yaş idare süresi* seçeneği için 34,62 TL/ha/yıl ve *ağaçlandırma sahası + iyi bonitet + 27 yıl idare süresi* seçeneği için 425,44 TL/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. İKO'lar ise sırasıyla %3,70, %3,62 ve %7,47 bulunmuştur. Böylece 3. bonitettekiağaçlandırma sahasının, aynı bonitetteki doğal kızılçam meşcerelerinegöre 1,2 kat (41,67/34,62) daha yüksek bir ekonomik sonuç verdiği saptanmıştır. Ancak 3. bonitetteki ağaçlandırma sahanın, I. bonitette kurulacak

ağaçlandırma sahasına göre 10,2 kat (425,44/41,67) daha düşük bir NBD getirdiği ve 2,0 kat (7,47/3,70) daha düşük bir İKO'ya sahip olduğu söylenebilir.

NBD, İKO ve FMO hesaplamaları ağaçlandırma sahalarının %100 başarılı olduğu (optimal) varsayımına göre yapılmıştır. Ancak ağaçlandırma sahasının başarısı %82,6 olarak tespit edildiğinden, yukarıda NBD, İKO ve FMO hesaplamalarından bu başarı oranının dikkate alınması halinde (aktüel durum),III. bonitet kızılçam ağaçlandırma sahasının NBD, İKO ve FMO değerlerinin %17,4 oranında küçüleceği açıktır.

4. Tartışma ve Sonuç

Manyas Orman İşletme Şefliğindeki kızılçam ağaçlandırmalarının 30. yılsonundaki teknik ve ekonomik değerlendirilmesinin amaçlandığı bu araştırmada; deneme alanlarında yapılan ölçümler ve tespitler sonucunda ortalama boy büyümesi 9,6 m ve ortalama çap gelişimi 28,7 cm olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının iklim koşullarına yakın özellikler gösteren ve kızılçamın asıl yayılış alanını oluşturan Antalya ve Mersin yörelerinde kızılçam ağaçlandırma alanlarının hacim ve hasılatına yönelik olarak yapılan bir araştırmada; 30. yıl sonunda ortalama çap 28 cmolduğunda,ortalama boyun 10-16m arasında değiştiği belirlenmiştir (Kahriman vd., 2017). Diğer taraftan bu araştırmanın gerçekleştirildiği Balıkesir-Manyas yöresi gibi iklim kuşağı yönünden Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi geçiş zonunda bulunan Isparta-Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırma alanlarının hacim ve hasılatına yönelik olarak yapılan bir araştırmada (Carus ve Gülden, 2014) ise; 32 yaşındaki kızılçam ağaçlandırma alanında ortalama çap 17,1 cm ve üst boy 7,98 m olarak saptanmıştır. Yine aynı araştırmada 3x1,5m aralık mesafe ile dikilen kızılçam ağaçlandırma alanlarında hektardaki birey sayısı 32. yaşta 448 adet/ha ve 37. yaşta 1136 adet/ha olarak tespit edilmiştir. Bu karşılaştırmalı bulgular ışığında Manyas yöresindeki kızılçam ağaçlandırma alanlarında büyüme performansının ve yaşama yüzdesinin, yani adaptasyon yeteneğinin iyi bir düzeyde olduğu söylenebilir.

Balıkesir-Manyas yöresi Marmara ve Ege makro iklim bölgeleri arasında kalan geçiş zonunda bulunan ve biyolojik çeşitlilik açısında önemli olan bir noktadır. Bu nedenle asıl yetişme ortamı koşullarından birtakım farklılıklar gösteren bu tip alanlarda bozulan ekosistemin yeniden tesisi edilmesi çok önemlidir. Bu yörede 1987 yılında gerçekleştirilen ve 30. yılsonunda değerlendirilen kızılçam ağaçlandırmalarının teknik ve ekolojik yönden sağladığı önemli faydalar vardır. Odun hammaddesinin yanı sıra, yörede yoğun olarak bulunan kuş popülasyonları için geçici bir barınak oluşturması dahi bu ağaçlandırma alanının önemini göstermektedir. Ağaçlandırma alanlarının gelişimi ve adaptasyon yeteneği iyi olup, benzer yörelerde yapılacak kızılçam ağaçlandırmaları için bu alanların dikim materyali temini ve gen kaynağı olarak korunması ve bakımının yapılması yararlı olacaktır.

Araştırmada ekonomik analizler kapsamında Manyas Orman İşletme şefliğinde III. bonitette yapılan kızılçam ağaçlandırmalarının odun hammaddesi bakımından ekonomik analizleri NBD, İKO ve FMO kriterli itibariyle yapılmış, sonuçlar aynı bonitetteki doğal meşcerelerle ve I. bonitetteki ağaçlandırmalarla karşılaştırılmıştır. Buna göre *ağaçlandırma sahası + kötü bonitet + 33 yıl idare süresi* seçeneğinin NBD'si41,67 TL/ha/yıl, *doğal meşcere + kötü bonitet + 45 yaş idare süresi* seçeneğinin NBD'si 34,62 TL/ha/yıl ve *ağaçlandırma sahası + iyi bonitet + 27 yıl idare süresi* seçeneği için 425,44 TL/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. İKO'lar ise sırasıyla %3,70, %3,62 ve %7,47 bulunmuştur. Bu konuda Bartın yöresi kızılçam ağaçlandırmalarında yapılan bir çalışmada (Daşdemir ve Şahin, 2005); en düşük NBD ve İKO değerleri *kötü bonitet + 33 yıl idare süresi + işgücü* seçeneği için NBD = 630,60 TL/ha ve İKO = %4,28 bulunmuştur. Diğer yandan Erkan vd. (2002) tarafından Antalya yöresinde yapılan bir çalışmada, üretim tekniği ayrımı yapılmaksızın kızılçam için 40 yıllık idare süresinde en düşük NBD = -69,15 TL/ha ve İKO = %4,48 olarak hesaplanmıştır.

Dolayısıyla Manyas yöresinde III. bonitette kurulan ağaçlandırma sahası aynı bonitetteki doğal kızılçam meşcerelerine göre 1,2 kat daha yüksek bir ekonomik sonuç vermiştir. Ancak III. bonitetteki ağaçlandırma sahasının aynı yörede I. bonitette kurulacak ağaçlandırma sahasına göre 10,2 kata daha düşük bir ekonomik getiriye sahiptir. Yani Manyas yöresinde 25,6 ha III. bonitet sahada yapılan kızılçam ağaçlandırması, eğer I. bonitette yapılmış olsaydı 10,2 kat daha fazla bir NBD elde edilmiş ve yatırımın İKO'su2,0 kat daha fazla olacaktı. Bu sonuç odun hammaddesi üretim amaçlı ağaçlandırma çalışmalarının (endüstriyel plantasyonların) iyi bonitetlerde kurulmasının, yani yer seçiminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kıt kaynakların etkin kullanımı ve ülke ekonomisi açısından birinci bonitetlerde hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlar kurulmalıdır.

Teşekkür

Bu araştırmanın verilerinin toplanması sırasında yardımlarını esirgemeyen Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü Silvikültür Şube Müdürü Sayın Sezgin İŞBAKAN'a, Makine İkmal Şube Müdürü sayın Sefer Cengiz'e ve Bandırma Orman İşletme Şefi sayın İsmail ŞEN'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Anonim, 2017. Bandırma Orman İşletme Müdürlüğü, Manyas Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (2016-2025).

Atalay, İ. 2014. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. İzmir, 496 s.

Boydak, M., Çalıkoğlu, M. 2000. Türkiye Orman Ağaçları Islahında Bazı Yeni Strateji ve Uygulamaların Değerlendirilmesi ile Ağaç Islahı Çalışmalarının Ormancılık Sistemine Entegrasyonu Konusunda Öneriler. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Dergisi, Sayı 1, Ankara, s. 55-81.

Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinusbrutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-VAK, Lazer Ofset, Ankara, 364 s.

Carus, S., Gülden, Y. 2014. Ağlasun Yöresi Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Tek Ağaçlarda Çap Artımının Modellenmesi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Sayı:15, s:102-107, Isparta.

Daşdemir, İ. 2012. Orman Mühendisliği İçin Planlama ve Proje Değerlendirme (2. Baskı). Bartın Üniversitesi Yayın No: 6, Orman Fakültesi Yayın No: 4, ISBN 978-605-60882-4-7, Bartın, 169 s.

Daşdemir, İ. 2015. Ormancılık İşletme Ekonomisi (3. Baskı). Bartın Üniversitesi Yayın No: 10, Orman Fakültesi Yayın No: 6, ISBN 978-605-60882-8-5, Bartın, 407 s.

Daşdemir, İ., Şahin, A. 2005. Bartın Yöresi Ağaçlandırma Alternatiflerinin Ekonomik Değerlendirilmesi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Yıl 2002-2003-2004, Cilt 4, Sayı 4, s.38-53, Bartın.

Daşdemir, İ., Şahin, A. 2006. Endüstriyel Amaçlı Ağaçlandırma Yatırımlarının Ekonomik Analizi: Bartın Örneği. I. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 26-28 Mayıs, Ilgaz/Çankırı, s.189-195.

Erkan, N. 1996. Kızılçamda (*Pinusbrutia* Ten.) Meşcere Gelişiminin Simülasyonu. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:1, Elazığ, 148 s.

Erkan, N., Uzun, E., Baş, M. N. 2002. Odun Üretim Amaçlı Kızılçam Ağaçlandırmalarında Ekonomik Analizler. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 17, Müdürlük Yayın No: 19, Antalya, 41 s.

Geray, A. U. 1986. Planlama Ders Notları, İstanbul, 122 s.

Kahriman, A., Sönmez, T., Şahin, A. 2017. Antalya ve Mersin Yöresi Kızılçam Meşcereleri İçin Ağaç Hacim Tabloları, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 17(1), s:9-22.

Koski, V.,Antola, J. 1993. NationalTreeBreedingandSeedProductionProgrammeforTurkey (1994-2003). TurkishFinishForestry Project, Prepared in CooperationwithTheResearchDirectorate of ForestTreeSeedsandTreeBreeding, Ankara, 52 p.

OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı-2015. TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 32 s., Ankara.

Sun, O., Eren, M., E., Orpak, M. 1977. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK/TOAG Proje No: 288, Ankara, 119 s.

Tunçtaner, K. 2007. Orman Genetiği ve Ağaç Islahı. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Eğitim Dizisi:4, Ankara, 364 s.

Tunçtaner, K., Daşdemir, İ.,Ertekin, M., Özel, H. B. 2012. Technical and Economical Evaluations of Maritime Pine Plantations in Western Black Sea Region of Turkey. *Journal of theFaculty of Forestry, IstanbulUniversity*, 62 (1): 31-45, İstanbul.

Türker, A. 1986. Ağaçlandırmalarda Çok Ölçütlü Karar Verme. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 233 s.

Usta, H. Z. 1991. Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219, Ankara, 138 s.

Ürgenç, S. 1998. Ağaçlandırma Tekniği. İÜ Rektörlük Yayın No: 3994, Orman Fakültesi Yayın No: 441, Emek Matbaacılık, İstanbul, 600 s.

KUMUL AĞAÇLANDIRMALARININ EKONOMİK VE SOSYAL YAŞAM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (SİNOP-SARIKUM ÖRNEĞİ)

Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR*
Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye
**Corresponding Author: isdasdemir@hotmail.com*

Ömer SAYIN
Orman Yüksek Mühendisi, Sinop, Türkiye
omersayin57@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada; Türkiye'nin kumul ağaçlandırma tarihinde bir örnek oluşturan ve 1975-1981 yılları arasında Sinop-Sarıkum'da yapılan kumul ağaçlandırma çalışmalarının ekonomik ve sosyal yaşam üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bunun için ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır. Ayrıca kumul çalışmalarına katılmış ve halen Sarıkum köyünde ikamet edenlerle ağaçlandırma sahaları gezilmiş, notlar alınmış, sahada gözlemler ve tespitler yapılmıştır. Keza ekonomik ve sosyal yaşamla ilgili olarak yörede yaşayan ve konuyu bilen 25 kişiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler mantıksal bir analiz ve sentezle değerlendirilmiş, açıklanmış ve yorumlanmıştır.

Araştırma sonunda Sarıkum kumul ağaçlandırmaları sayesinde yörede ekonomik ve sosyal yaşamda canlanma olduğu, iş ve gelir olanaklarının arttığı, göçün önlendiği, pek çok sektöre olumlu katkılar yapıldığı saptanmıştır. Tüm sektörlerde yaratılan olumlu ekonomik katkının 1.770.311 TL/yıl olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca köylüler küçükbaş hayvancılığa dayalı göçebelikten ve çobanlıktan kurtularak yerleşik düzene geçmiştir. Köydeki hane, nüfus ve okuryazar sayısı, sosyal güvencesi olan işlerde çalışanların sayısı ve emeklilerin köye dönüşleri artmıştır. Tarımda verimlilik artmış, mera bitkilerinin yetiştirilmesine başlanmış, hayvan ve süt satışları, arıcılık, balıkçılık, orman işçiliği, mantar toplayıcılığı, seracılık ve meyvecilik önemli gelir kaynakları olmuştur. Diğer yandan saha Tabiatı Koruma Alanı olarak ilan edilip yönetildiği için, yerli ve göçmen kuşların konaklama üreme ve barınma alanı olmuş, endemik ve nesli tehlikede olan flora ve fauna yönünden üniversitelerin ve bilim insanlarının, fotografçıların, okulların ve sivil toplum örgütlerinin ziyaret ettikleri alan haline gelmiştir. Böylece doğa koruma ve ekoturizme de olumlu katkılar yapılmıştır. Araştırmada ulaşılan sonuçlara göre kumul ağaçlandırmalarının ekonomik ve sosyal yaşam üzerindeki etkileri ve önemi konusunda bazı öneriler de geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Kumul, ağaçlandırma, ekonomik ve sosyal etki, Sarıkum, Sinop.*

THE EFFECTS OF SAND-DUNE AFFORESTATION ON ECONOMIC AND SOCIAL LIFE (SINOP-SARIKUM CASE STUDY)

Abstract

In this study; the effects of sand-dune afforestations carried out between 1975 and 1981 in the Sinop-Sarıkum region, which is an example of Turkey's sand-dune afforestation history, on economic and social life were multidimensional examined. Secondary data sources were utilized for this. Additionally, semi-structured talks were held with 25 local people about economic and social life before and after sand-dune afforestation. The obtained data were evaluated by a logical analysis and synthesis, and some findings were visualized with figures and photographs.

At the end of the research, it was found that economic and social life was revitalized in the region, business and income opportunities increased, migration were prevented and positive contributions for many sectors were made due to Sarıkum dune afforestation. It was estimated that the positive economic contribution created in all sectors was 1,770,311 TL per year. In addition, the villagers escaped from nomadic and shepherding based on livestock and passed the settlement. The number of households, population and literacy, the number of employees in social security works in the village, and the paternal turnover of the pensioners increased. Efficiency in agriculture increased, the cultivation of pasture plants was started, and animal and milk sales, beekeeping, fisheries, forestry work, mushroom picking, greenhouse farming and fruit farming became important sources of income. On the other hand, since the site was declared and managed as a Nature Conservation Area, it became an area of accommodation and breeding for domestic and migratory birds, visited by photographers, scientists, photographers, schools and non-governmental organizations for endemic and endangered flora and fauna. Thus, positive contributions were made for nature conservation and ecotourism. According to the results, some proposals were developed about the effects of sand-dune afforestation on economic and social life and its importance.

Keywords*: Sand-dune, afforestation, economic and social effect, Sarıkum, Sinop.*

1. Giriş

Kumul kavramı değişik şekillerde tanımlanmıştır. Kroodsman (1937) kumulu, *gevşek uçucu kumların rüzgar etkisiyle tepeler veya birbirini takip eden silsileler halinde ilerleyen bir oluşum* şeklinde; Tavşanoğlu (1954), *denizlerden dalgalarla kıyılara atılarak hakim rüzgarlarla karalar içerisine taşınmakta olan kum kitleleri* olarak; Acatay (1959), *içerisinde humus, kil gibi bağlayıcı maddeleri az, taneleri çok küçük ve kuru halde iken eğer üzerinde bir koruyucu toprak örtüsü bulunmazsa rüzgar vasıtası ile harekete geçerek bir yerden diğer bir yere taşınan kumlardır* şeklinde ve Atay (1964) ise *uçucu kumlardan oluşup daima şekil değiştiren kum tepeleri* şeklinde tanımlanmıştır.

Kumullar oluşumlarına göre sahil (kıyı) kumulları ve kara kumulları olarak ikiye ayrılır. Sahil kumulları yapısı gereği oldukça değişken ve hareketli oluşumlardır. Su ve kara ekosistemleri arasında geçişi sağlayan çok hassas ve dinamik yapılardır. Kumullar yeryüzünde yüzyıllardır insanlar için önemli bir sorun olarak görülmüştür. Gerek kara ve gerek sahil kumullarının ana maddesi olan ince kum, gerekli tedbirler alınmadığı sürece, stabilite eksikliği sebebiyle sürekli rüzgarla savrularak ve zamanla büyüyerek önündeki her türlü araziyi, tarım alanlarını, meskun yerleri, yolları örtmekte ve telafisi mümkün olmayan kum yığınlarının oluşmasına neden olmaktadır.

Sahil kumulları, denizlerde dalgaların sahillere çarpmasıyla kayaçlardan kopan parçalardan ve karalarda çeşitli erozyon sebepleriyle oluşup akarsularla denizlere taşınan kumlardan meydana gelir. Bu kumlar zamanla denizde biriktikçe dalgaların kuvvetine göre sahillere atılır ve oradan da rüzgarlarda içerilere doğru savrulur. Rüzgarın şiddetine göre tepeler, yığınlar teşkil ederek ve bir tepeden diğerine atlayarak ilerler. Sahilden devamlı olarak içerilere savrulan kum, daima denizden takviye edildiğinden, kumun örttüğü sahalar kesiksiz bir şekilde ince kum sahası halinde uzanır. Bu kum dalgaları, geçtiği her yeri tamamen bir kum çölüne çevirir. Kuvvetli rüzgarlarda savrulan kum, kilometrece ilerden bir toz bulut halinde görülür (Büyükyıldırım, 1961). Üzerinde bir bitki örtüsü olmayan kumullar rüzgarlar etkisiyle tepecikler meydana getirerek hareket edebilir. Bu şekildeki kum hareketleri genellikle çevresinde bulunan kültür arazisi, orman, yerleşim alanları, yollar vs. için tehlikeli olur. Kumulların yılda 10-40 m ilerledikleri tespit edilmiştir. Bu gibi kumul hareketleri deniz kıyılarında olduğu gibi, göl ve ırmak kıyılarında ve kara içinde de olabilir (Aşk, 1977).

Kumul hareketleri tarım alanlarını, gölleri ve yerleşim yerlerini tehdit eden bir erozyon olması nedeniyle kontrol edilmesi gerekmektedir. Zemini oluşturan kum tabakası sürekli hareket halinde olduğundan, bu hareketli zemin stabil duruma getirilmeden alınacak önlemlerin kumulun hareketini engellemesi çok güçtür.

Nüfusun gittikçe artması, insanları önce kumulların bu zararlarını önlemeye, sonra da bu alanlardan yararlanmaya ve böylece buraları verimli araziler haline getirmeye zorlamıştır. Bunun için önce mekanik tedbirlerle kumul hareketini durdurmak, yavaşlatmak ve buna paralel olarak kumulu bir bitki örtüsü (biyolojik önlemler) ile kaplamak gerekmektedir. Bu amaçla 16. yüzyılda Fransızların başlattığı kumul ağaçlandırma çalışmaları, sonraları dünya üzerine yayılarak, çeşitli uluslarca günümüze değin sürdürülmüştür. Başlangıçta yalnız kumulların zararlı etkisini önlemeyi amaçlayan çalışmalar, bugün için bu alanlardan daha değişik amaçlarla yararlanmaya yöneltilmiştir (Sönmez, 2015).

Türkiye'de 46.583 ha kıyı kumul alanı bulunmaktadır. Bu alanlar 860 km uzunluğunda sahil şeridini kaplamaktadır (Bal ve Demirkol, 1988; Sönmez, 2015). Türkiye, Avrupa'nın en fazla kumula sahip ülkesidir ve %0,6'sı kumullarla kaplı olup, en fazla kumul Akdeniz Bölgesinde bulunmaktadır (Uslu ve Bal, 1993). Ülkemizde kıyı kumul ağaçlandırma çalışmalarına büyük ölçüde 1961 yılında başlanmış, günümüze kadar 8.641 hektarı Akdeniz ve 2.294 hektarı Karadeniz kıyılarında olmak üzere toplam 10.935 ha kıyı kumul ağaçlandırması yapılmıştır. Marmara ve Ege kıyı kumullarında ağaçlandırma çalışması yapılmamıştır (Uslu ve Bal, 1993; Atmaca ve Yılmaz, 2006).

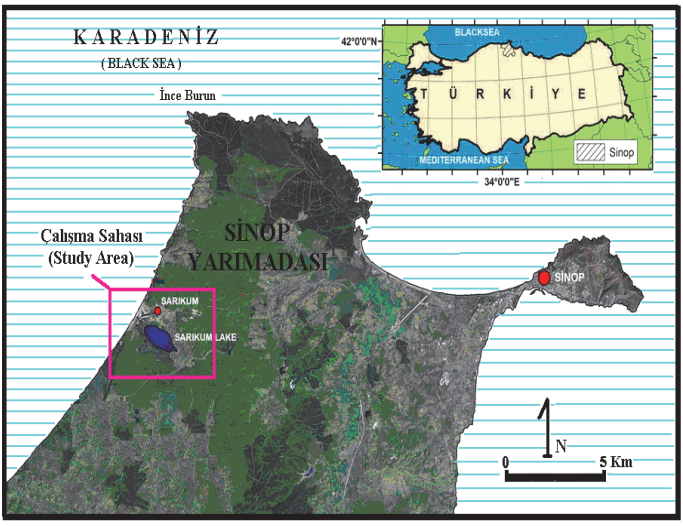
Türkiye'de ilk kıyı kumul ağaçlandırması İstanbul-Durusu (Terkos) Gölü'nde 1885-1887 yılları arasında bir Fransız firması tarafından yapılmıştır. İkinci kumul ağaçlandırması 1950-1951 yıllarında Antalya-Ovagelemiş'te (0,4 ha), üçüncüsü ise 1952-1953 yıllarında İstanbul-Ağva'da (0,2 ha) yapılmıştır. Daha sonra 1961 yılından itibaren geniş çaplı kumul ağaçlandırmalarına başlanmış ve bu kapsamda; İstanbul-Durusu'da 1960-1985 arasında 2102 ha, Mersin-Ortakumluk'da 1962-1965 arasında 1847 ha, Antalya-Ovagelemiş'te 1950-1951, 1962-1973, 1987-1991 arasında 661 ha, Muğla-Kumluova'da 1962-1973 ve 19821983 arasında 1354 ha, Adana-Karataş'ta 1982'de 29,3 ha, Adana-Akyatan'da 1972 ve sonrasında 2779 ha, Antalya-Side Sorgun'da 1955-1963 arasında 31 ha, Antalya-Kadriye Belek'te 1961-1988 arasında 1927 ha, Antalya-Konyaaltı'nda 1956-1964 arasında 10 ha, Antalya-Yeniceköy'de 1960-1964 arasında 156 ha, Antalya-Kaş'da 340 ha, Muğla-Kale'de 1962-1965 arasında 81 ha, Sinop-Sarıkum'da 1975-1981 arasında 160 ha, Samsun-Alaçam'da 23 ha ve Samsun-Çarşamba ve Terme'de 2002-2004 arasında kumul ağaçlandırmaları yapılmıştır (Uslu, 2008; Sönmez, 2015). Bu ağaçlandırmalarda yaygın olarak yalancı akasya *(Robinia pseudoacacia),* fıstıkçamı *(Pinus pinea),* sahilçamı *(Pinus pinaster),* servi *(Cupressus sempervirens),* okaliptüs *(Eucalyptus camaldulensis),* ılgın *(Tamarix gallica)* ve katırtırnağı *(Spartium junceum)* kullanılmıştır.

Kumul ağaçlandırmalarının kumul hareketini durdurması, boş ve verimsiz arazilerin üretime katılması gibi faydaları yanında, ekonomik ve sosyal yaşam üzerinde de etkileri vardır. Bu çalışmada; bir örnek oluşturması açısından Sinop-Sarıkum'da 1975-1981 yılları arasında yapılan kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmalarının ekonomik ve sosyal yaşama etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla öncelikle kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları teknik açıdan (alan, kullanılan türler, ekim-dikim-bakım çalışmaları, türlerin gelişimi ve gerçekleşmeler vb.), bilahare ekonomik ve sosyal etkileri bakımından (ağaçlandırma maliyetleri, tarım, hayvancılık, ormancılık vb. çalışmalarına, istihdama, göçü önlemeye ve ilgili sektörlere etkileri) çok yönlü olarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma, Sinop-Sarıkum'da 1975-1981 yılları arasında yapılan *"Sinop Kızılabalı Köyü Sarıkum Kumulunun Tespit ve Ağaçlandırma Uygulama Projesi"* (AGM, 1975) kapsamında elde edilen verilere dayalı olarak yürütülmüştür. Proje, Sinop Kızılabalı köyünün Sarıkum mahallesinin kum altında kalma tehlikesini önlemek amacıyla ele alınmıştır. Çalışmaya konu olan proje sahası, Sinop ili, Merkez ilçesi, Siyamköy Serisi içindeki Sarıkum mevkiinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Sarıkum Kumul Ağaçlandırma Sahasının Coğrafi Konumu.

Sarıkum kumulu ile ilgili saha toplam 520 ha'dır. Bunun 379 ha'ı orman, geriye kalan 141 ha'ı kumul sahasıdır. Proje, 19 ha kumul etkisinde olan ziraat arazisini de kapsayacak şekilde toplam 160 ha'da uygulanmıştır. Sarıkum mahallesi Kızılabalı köyüne 6 km, Sinop'a 18 km, Ayancık'a 50 km mesafede olup, kumul sahasının içinden Sinop-Ayancık yolu geçmektedir.

Bölgede hakim olan batı ve güney-batı rüzgarları ve sahile vuran dalgalarla çıkan kum tanecikleri sürünerek ve sospansiyon halinde taşınarak doğu ve kuzeydoğu istikametinde ilerlemiş ve burada bulunan Kızılabalı köyünün Sarıkum mahallesinin bitişiğindeki ziraat alanlarını, meraları, ahır, samanlık ve evleri kum ile örtmeye başlamış ve kumul tepeleri oluşmuştur. Kumul tespit ve ağaçlandırma yapılacak saha başlangıçta tamamen boş olup, başka bir amaçla kullanılmamaktadır.

2.2. Araştırma Verileri ve Değerlendirme

Araştırmada; Sinop-Sarıkum'daki kumul ağaçlandırmalarına (miktarı, kullanılan türler, ekim-dikim-bakım çalışmaları, türlerin gelişimi ve gerçekleşmeler, yapılan masraflar vb.) ve kumul ağaçlandırma çalışmalarının ekonomik ve sosyal yaşam üzerindeki etkilerine ilişkin veriler kullanılmıştır. Verilerin büyük çoğunluğu ikincil veri kaynaklarından (sahanın projesi, ilgili literatür ve kurumların kayıtları) elde edilmiştir. Ayrıca kumul çalışmalarına katılmış ve halen Sarıkum köyünde ikamet edenlerle ağaçlandırma sahaları gezilmiş, anlattıkları not edilmiş, sahada gözlemler ve tespitler yapılmıştır. Keza kumul ağaçlandırmaları öncesi ve sonrası ekonomik ve sosyal yaşamla ilgili olarak yörede yaşayan ve konuyu bilen 25 kişiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler mantıksal bir analiz ve sentezle değerlendirilmiş, yorumlanmış, bazı bulgular tablolar ve fotoğraflarla görselleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sahada Yapılan Teknik Çalışmalar

Projesine göre sahada yapılan teknik çalışmalar; 1) Fiziki (mekanik) tespit çalışmaları, 2) Biyolojik (vejetatif) tespit çalışmaları ve 3) Ağaçlandırma çalışmaları olarak üç aşamada yürütülmüştür.

3.1.1. Fiziki Tespit Çalışmaları

Fiziki tespit çalışmaları, ön kumul (eksibe) çalışmaları ve aktif kumul alanlardaki tespit (stabilizasyon) çalışmaları şeklinde *iki aşamalı* yürütülmüştür. 1975 yılında sahanın etrafı üç sıra dikenli telle (7200 m) çevrilerek korumaya alınmış ve ön kumul çalışmalarına başlanmıştır. *Ön kumul tesis etmek* için çalı perde yöntemi uygulanmıştır. Bunun için civardaki üretim sahalarından ve baltalıklardan temin edilen 1-1,50 m boyundaki dal ve çalı ön eksibe tepesinin oluşturulacağı yerde, sahil çizgisine paralel olarak inşa edilmiştir. *Aktif kumul alanlardaki tespit çalışmalarında ise,* ön kumul tesisi yöntemleri uygulandıktan sonra, rüzgarı kum sathından yükseltmek ve stabilazsyonu sağlamak için çalı temini kolay ve ekonomik olan *çalı rüzgar perdeleri, çalı demet karelajı* ve *çalı serme* yöntemleri uygulanmıştır. 1975-1977 yılları arasında 70 ha'da çalı rüzgar perdesi ve 30 ha'da çalı demetleriyle karelaj çalışması yapılmış ve gerekli yerlere çalı serilmiştir.

3.1.2. Biyolojik Tespit Çalışmaları

Fiziki-mekanik tedbirleri devamlı kılmak için, canlı bitkilerle takviyesi gerekmektedir. Bu amaçla ilk dikim mevsiminde çalı rüzgar perdesi ve çalı demet karelajların güney taraflarına, perde ve karelaj kenarından 0,75 m uzaklıkta 0,75-1,00 m aralıklarla münferit veya karışık halde ılgın, katırtırnağı, süpürge katırtırnağı ve salkım söğüt topraklı fidanları dikilerek üç sıra halinde canlı çit tesis edilmiştir. Böylece canlı ve kalıcı perdeler oluşturulmuştur. Bunlara ilaveten kum çavdarı *(Amophylla arenaria, Amophylla erevigulata),* kelebek *(Isathis arenaria)*, mercimek *(Allicium spices),* kum çayırgüzeli *(Eragrostis trichodes),* yabani iğde *(Uyporaranaides),* kamış *(Carex),* sakız-menengiç *(Pistasia lentiscus)* ve sarısalkım *(Cytisus austracus)* türlerinin tohumları da kumul üzerine ekilmiş veya fidan repikajı yapılmıştır. Proje kapsamında 1975-1978 yılları arasında 114 ha'lık alanda 914 kg karışık ot tohumu ekilmiş ve 54 ha'lık alanda kum çavdarı repikajı gerçekleştirilmiştir. Böylece kumulun daimi bir şekilde yeşillendirilmesi sağlanmıştır.

3.1.3. Ağaçlandırma Çalışmaları

Kumul sahasında yeterli yeşillendirme sağlandıktan ve toprak organik maddece zenginleştikten sonra, kumul stabilizasyonun son aşaması olan ağaçlandırma çalışmalarına geçilmiştir. Bu amaçla 1978-1979 yıllarında Sarıkum kumulunda sahilçamı (%70) ve denizden uzak alanlarda ise fıstıkçamı (%30) dikilmiştir. Taban suyun yükseleceği alanlara ise dişbudak ve söğüt dikilmiştir. Buna göre 21,3 ha alanda 58.000 adet tüplü sahilçamı ve fıstıkçamı, 17,2 ha alanda 26.700

adet dişbudak, akasya, kavak, söğüt, okaliptüs olmak üzere toplamda 38,5 ha alanda 84.700 fidan dikilmiştir. Ayrıca saha takip edilerek, başarısız alanlarda tamamlama dikimleri yapılmıştır.

3.2. Sahada Yapılan Tespitler ve Değerlendirmeler

Sahaya dikilen kavakların %80 civarında kurudukları ve akasyaların bazılarının kökten, bazılarının kendi boyunun %50'si kadarının kurudukları, 1990'lı yıllarda dikilen fıstık çamlarında gelişmelerin yavaş olduğu, ön kumulun batısında yıkılma olduğu, proje sahasında kalan Bk rumuzlu alanda (dere yatağı, kum) biyolojik devamlılığın sağlandığı gözlenmiştir.

3.3. Sarıkum Kumul Ağaçlandırmalarının Ekonomik Etkileri

Yöredeki yarı yapılandırılmış görüşmelere, gözlemlere, tespitlere ve ilgili kurumların kayıtlarına dayanarak kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmalarının *tarım, hayvancılık, ormancılık, toplayıcılık, arıcılık, seracılık, balıkçılık* ve *meyvecilik* sektörleri itibariyle ekonomik etkileri aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

1. Tarım: Kumul tespit çalışmaları sayesinde köyde 50 hanenin tarımla uğraştığı, köylülerin tarım alanlarında kendi ihtiyaçları için buğdaygiller ve baklagiller yetiştirdikleri, meyilli tarım arazilerini otlak olarak kullandıkları veya fiğ/yonca ekimi yaptıkları, köy içinde kum istilasından kurtulmuş bahçelerinde ihtiyaçları için sebze yetiştirdikleri, fazlasını Sinop pazar yerinde ve köylerine gelen ziyaretçilere satarak yıllık 310.000 TL gelir sağladıkları belirlenmiştir.

Ancak Yılmaz (2007) tarafından tarımsal faaliyetlerle ilgili olarak *"Köyde geçmişten beri yoğun olarak yapılan tarımsal faaliyet günümüzde azalmıştır. Bunun başlıca sebepleri; köylülerin çoğunun emekli maaşı alması ve bunun sağladığı sosyal güvence, tarım topraklarını işleyecek genç nüfusun işsizlik nedeniyle göç etmiş olması, köyde kalan yaşlı nüfusun tarlaları işleyecek güçleri kendilerinde bulamamaları, tarımsal girdi fiyatlarının yüksekliği nedeniyle elde edilen ürünün yapılan masrafı karşılamaması, tarlaların hayvan yemi için otlak olarak ayrılması vb. faktörlerdir. Bununla birlikte mevcut ekili tarlalarda daha çok mısır ve buğday dönüşümlü olarak yetiştirilmektedir. Bir kısım tarlalar ise fındık dikilidir. Boş bırakılan tarlaların bir kısmı otlak ve mera olarak kullanılmakta, bir kısmında ise hayvan yemi olarak çayır otları yetiştirilmektedir"* şeklinde bir değerlendirme de yapılmıştır.

2. Hayvancılık: Kumul ağaçlandırma çalışmaları yapılmadan önce, Sarıkum mahallesinde yaşayan 30 hanenin 1500 civarındaki küçükbaş hayvanını yaz aylarında barınmaları için bulundukları yöreden 50 km uzakta Boyabat Dıranaz Çangal dağlarında yaylaya götürdükleri, sonbahara kadar yaylada kaldıkları yağmurların başlaması ve kum hareketlerinin durmasıyla tekrar Sarıkuma döndükleri, 1980'li yıllardan sonra kum hareketlerinin durmasıyla küçükbaş hayvancılığın bırakılarak (sadece 2 hane küçükbaş hayvancılıkla uğraşmakta), yazın merada, kışın ahırda büyükbaş hayvancılığa geçildiği ve 18 hanenin büyükbaş hayvancılıkla uğraştığı saptanmıştır. 2016 yılı itibariyle 20 hanenin süt, küçükbaş ve büyükbaş hayvan satışından toplam 291.200 TL gelir sağladığı anlaşılmıştır.

3. Ormancılık: 1975-1981 yılları arası uygulanan kumul çalışmaları için öngörülen proje bedeli 1975 yılı fiyatlarıyla 3.429.958,75 TL'dir. Ancak proje uygulama çalışmalarına 1981 yılı sonuna kadar fiilen toplam 6.171.000 TL harcanmıştır (Sinop AGM, 1983). Yapılan görüşme ve tespitlere göre, ormanlardan odun üretim faaliyetlerinde her yıl ortalama 26 hanenin çalıştığı ve 2016 yılı itibariyle toplam 1.022.611 TL gelir sağladıkları saptanmıştır.

4. Toplayıcılık: Ormanlarda doğal olarak yetişen ve yerel adları *fesleğen, kara, turnabacağı, duvaklıca, sarı* ve *dılbıran* olan mantarlar ilkbahar ve sonbahar aylarında kadınlar ve çocuklar tarafından toplanmaktadır. Her haneden en az 2-3 kişinin mantar topladığı, günlük kişi başına 20-50 kg arası mantar toplandığı, mantarların bir kısmının Sinop kent merkezinde kurulan pazarlarda, bir kısmının Sinop-Ayancık yolu üzerinde gelen-geçen araçlara satıldığı ve 2016 yılı itibariyle 20 hanenin mantar toplama işinden toplam 48.500 TL gelir sağladığı belirlenmiştir.

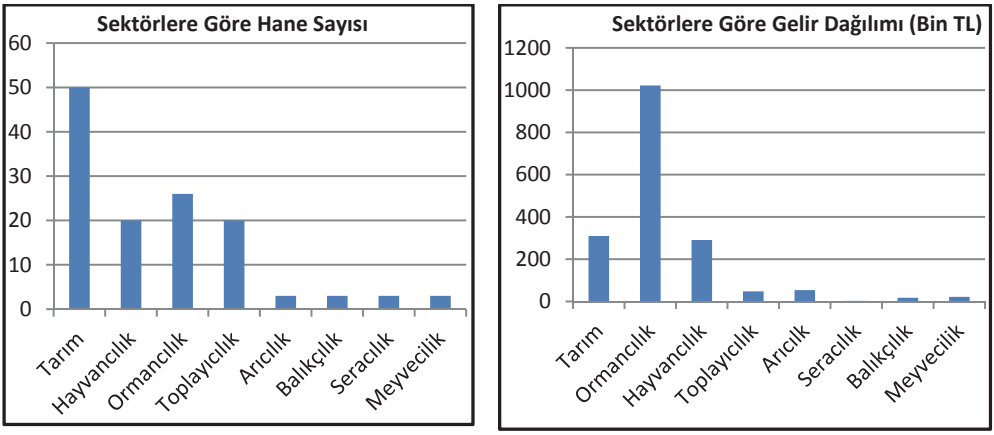
5. Arıcılık: Köyde üç hanenin 150 adet arı kolonisinin olduğu, çevrede kestane ve orman gülü gibi floradan elde edilen balın, çiçek ve çam balı fiyatının iki katına sipariş alınarak peşin satıldığı ve 2016 yılında üç hanenin toplam 54.000TL gelir sağladığı anlaşılmıştır.

6. Seracılık: Kumul ağaçlandırmalarından sonra Sarıkum köyü deniz rüzgarlarından direkt etkilenmediği, seralarda domates, salatalık ve marul yetiştirilerek pazarda ve köye gelen ziyaretçilere satıldığı, seracılıkla uğraşan üç haneye Tarım İl Müdürlüğünün destek verdiği ve üç hanenin 2016 yılı itibariyle 3.000 TL gelir sağladığı saptanmıştır.

7. Balıkçılık: Kumul ağaçlandırmaları sayesinde köyde küçük kayıklarla amatörce sezonluk balıkçılık yapıldığı, Sarıkum sahillerinin barbun, kalkan ve kefal balıklarının barınma ve üreme yeri olduğu, üç hanenin bu işle uğraştığı ve 2016 yılı itibariyle üç hanenin bu işten toplam 18.500 TL gelir sağladığı belirlenmiştir.

8. Meyvecilik: Köyde 200 da fındık arazisinin olduğunu ve 2016 yılında üç hanenin fındıktan 22.500 TL gelir sağladığı, ayrıca yöresel olarak elma, armut, siyah üzüm, ceviz ve dut yetiştirilği yapıldığı anlaşılmıştır.

Buraya kadar verilen bilgilere göre; Sarıkum köyü hane sayısının ve kumul ağaçlandırmaları nedeniyle elde edilen gelirin sektörlere dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir.



(a) (b)

Şekil 2. Sektörlere Göre Hane Sayısı (a) ve Gelir Dağılımı (b).

Buna göre 1970 öncesi sadece 30 hane tarım ve hayvancılıkla uğraşırken, 2016 yılında 50 hane tarımla, 20 hane hayvancılıkla, 26 hane orman işçiliğiyle, 20 hane toplayıcılıkla, 3 hane arıcılıkla, 3 hane seracılıkla, 3 hane balıkçılıkla ve 3 hane meyvecilikle uğraşmaktadır. Sarıkum köylüleri 2016 yılında en çok ormancılık, tarım ve hayvancılıktan gelir elde etmiştir. Sarıkum kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları sayesinde tüm sektörlerin toplamı olarak 2016 yılı fiyatlarıyla yıllık 1.770.311 TL bir ekonomik gelir sağlandığı anlaşılmaktadır.

3.4. Sarıkum Kumul Ağaçlandırmalarının Sosyal Etkileri

Yarı yapılandırılmış görüşmelere, incelemelere ve ilgili kurumların kayıtlarına dayanarak kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmalarının *nüfus, toplumsal yaşam, eğitim, ulaşım ve konutlaşma* açısından etkileri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

1. Nüfus ve Toplumsal Yaşam: Kızılabalı köyü Sarıkum mahallesinde 1975 yılında 30 hane ve 200 kişi yaşamaktaydı. 1991 yılında Sarıkum mahallesi, Kızılabalı köyünden ayrılarak ayrı bir köy olmuştur. 2017 yılında köy 50 hane olmuş

ve nüfusu 208'e yükselmiştir. Sarıkum köyü 2000'li yıllara kadar sürekli göç vermiştir. 2000'li yıllardan sonra köylerini yaşanır yer olarak gören ve sosyal güvencesini kazanan hanelerin bazıları geçici ve bazıları kalıcı dönüşe başlamıştır. Bir kısmı ise yaz mevsiminde tatil amaçlı olarak köye geliş-gidiş yapmaktadır.

Sarıkum köyü halkı, konar-göçer Türkmen aşiretlerindendir. Köyün ilk sakinleri Tokat'ın Erbaa ilçesinin Karayaka köyünden önce Samsun'un Ayvacık ilçesine, oradan da Sarıkum'a gelmiştir. Köyde hemen herkes birbiri ile akrabadır (Yılmaz, 2007). Kumul çalışmaları sonrası yaylacılıktan yerleşik düzene geçilince küçükbaş hayvancılık yerini büyükbaş hayvancılığa bırakmış ve ormanlar üzerindeki baskı azalmıştır. Çobanlık uğraşı olmaktan çıkmıştır. İmece usulünü sürdürmüşler, örf ve adetlerine bağlı kalmışlardır. 1975 yılı öncesi kum tepeleri altında kalan mezar yerleri, kumul çalışmalarından sonra belirginleşince manevi huzura kavuşmuşlardır.

2. Eğitim: Kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları sonucu köyde bilinçlenme ve eğitim düzeyi artmıştır. Okuma-yazma bilmeyenlerin oranı sadece %7 olup, çoğunluğu (%72) ilkokul mezunudur. Bilinçlenen halk, sulak alan ve kumul çalışmalarını desteklemektedir.

3. Ulaşım: Kumul sahası içinden geçen Sinop-Ayancık karayolunda ulaşımda yaşanan sorunlar, kumul çalışmaları sonrası çözülmüştür. Ayrıca Sinop-İstanbul karayolunun başka bir güzergaha alınması, eski güzergahın ulaşıma olan etkisini azaltmıştır. Keza 1992 yılında göl-deniz bağlantısını sağlayan dere üzerine köprü yapılması ve Sarıkum-köprü arasının asfaltlanması ziyaretçilere ulaşım kolaylığı sağlamıştır.

4. Konutlaşma: Geçmişte bütünüyle ahşap malzemeden yapılan meskenler, daha sonra yerlerini betondan inşa edilenlere bırakmıştır. ORKÖY'ün desteklediği güneş enerjili su ısıtma sistemleri yapılmıştır. Böylece odun tüketimi ve ormalar üzerindeki baskı azalmıştır.

3.5. Sarıkum Kumul Ağaçlandırmalarının Diğer Etkileri

1. Doğa Korumaya Etkisi: Sarıkum, kumul ağaçlandırma çalışmalarından sonra oluşan "deniz, kum, orman ve göl" ekosisteminin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir faydalanmanın devamlılığı için Orman Bakanlığı tarafından 1987 yılında Tabiatı Koruma Alanı (TKA), 1991 yılında da Sarıkum köyü iskan sahasını, tarım alanlarını, Sarıkum gölünü, Subasar dişbudak ormanını ve Sarıkum kumul ağaçlandırma sahasını içine alan 1483,80 ha'lık saha I. ve III. derece Doğal Sit alanı olarak ilan edilmiştir (OSİB, 2012). Böylece Sarıkum gölü yerli ve göçmen kuşların konaklama, üreme ve barınma yeri olmuş, daha önce bilinçsizce ve kaçak yapılan

balık ve kuş avlanmasının önüne geçilmiştir. Ayrıca Sarıkum Tabiatı Koruma Alanı, flora ve fauna yönünden üniversitelerin araştırma alanı olmuştur. Sarıkum TKA'da 16 tanesi endemik olmak üzere, 94 familyaya ait 522 tür ve alt tür tespit edilmiştir (Karaer, 2007). Ziyaretçi ve kuş gözlemcileri için kaynak değerlerin sergilendiği ziyaretçi merkezi oluşturulmuştur.

2. Ekoturizme Etkisi: Kumul çalışmaları sonrasında Sarıkum TKA kıyılarındaki kumsallar ve bunların hemen gerisinde oluşan ağaçlık-gölgelik alanlar, denize girmek isteyenlere uygun ortam hazırlamıştır. Ayrıca Sarıkum TKA Sinop ve çevre illerin turizm şirketleri tarafından Sinop'ta görülmeye değer yerler listesine alınmıştır. Başta jeomorfolog ekolog ve ornitologlar olmak üzere farklı bilim dalı insanlarının, fotografçıların, okulların ve sivil toplum kuruluşlarının ziyaret ettikleri bir ekoturizm alanı haline gelmiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Sinop Kızılabalı Köyü Sarıkum kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları 1975-1981 yılları arasında, 160 ha sahada ve 1981 yılı fiyatlarıyla toplam 6.171.000 TL maliyetle yapılmıştır. Kumul sahasında yapılan teknik çalışmalar; fiziki tespit çalışmaları, biyolojik tespit çalışmaları ve ağaçlandırma çalışmaları şeklinde üç aşamada yürütülmüştür.

Fiziki tespit çalışmaları; ön kumul (eksibe) çalışmaları ve aktif kumul alanlardaki tespit (stabilizasyon) çalışmaları şeklinde yapılmıştır. Ön kumul tesis etmek için çalı perde yöntemi uygulanmıştır. Aktif kumul alanlarda ise çalı rüzgar perdeleri, çalı demet karelajı ve çalı serme yöntemleri uygulanmıştır. *Biyolojik tespit çalışmaları kapsamında*, ılgın, katırtırnağı, süpürge katırtırnağı, salkım söğüt, kum çavdarı, kelebek, mercimek, kum çayırgüzeli, yabani iğde, kamış, sakız-menengiç ve sarısalkım gibi uygun bitki türlerinin dikimi ve ekimi yapılmış, tamamlama çalışmaları ilerleyen yıllarda devam ettirilmiştir. *Ağaçlandırma çalışmaları,* Sarıkum kumulu 3-4 yıl içinde tamamen bitki örtüsüyle kaplandıktan sonra uygun alanlarda, 1977-1979 yılları arasında tüplü sahilçamı ve fıstıkçamı fidanları dikilerek yapılmıştır. Taban suyunun yüksek olduğu alanlarda ise dişbudak akasya, kavak, söğüt, okaliptüs kullanılmıştır. Bu çalışmalar sırasında; ön kumul tesisinde %100, aktif kumul alanındaki tespit çalışmalarında %87, biyolojik devamlılık çalışmalarında %99 ve ağaçlandırma çalışmalarında %25 gerçekleşme sağlanmıştır.

Sarıkum kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları sayesinde tarım, hayvancılık, ormancılık, toplayıcılık, arıcılık, seracılık, balıkçılık ve meyvecilik sektörlerinde olumlu ekonomik etkiler yaratıldığı, nüfus ve toplumsal yaşam, eğitim, ulaşım ve konutlaşma gibi sosyal parametrelerde olumlu gelişmeler olduğu, ayrıca

doğa koruma ve ekoturizm faaliyetlerine katkı sağlandığı saptanmıştır. Bu sayede tüm sektörlerde yaratılan olumlu ekonomik katkının, 2016 yılı fiyatlarıyla, yıllık 1.770.311 TL olduğu tahmin edilmiştir. Ayrıca Sarıkum kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları kapsamında yöre insanına 1975-1982 yılları arasında toplam 6.171.000 TL ekonomik katkı sağlanmış, iş ve istihdam olanağı yaratılmıştır.

Kumul tespit ve ağaçlandırma çalışmaları neticesinde yörede ekonomik ve sosyal yaşamda canlanma olmuş, iş ve gelir olanakları artmış, göç önlenmiş, pek çok sektöre olumlu katkılar yapılmış, olumlu değişimler ve gelişmeler yaşanmıştır. Köylüler küçükbaş hayvancılığa dayalı göçebelikten ve çobanlıktan kurtularak yerleşik düzene geçmiş, köylerine yeni ev, ağıl ve ahır yapmıştır. Yaylacılık işi sona ermiştir. Yerleşik düzene geçişle birlikte hane sayısı, nüfus miktarı, okuryazar sayısı ve emekli olanların köylerine geri dönüşleri artmıştır. Okuryazar sayısının artışıyla birlikte, kamuda ve özel sektörde sosyal güvencesi olan işlerde çalışanların sayısı çoğalmıştır. Tarım alanlarında tarım ürünleri yetiştirilmeye başlanmış, ekilmeyen tarım alanları hayvancılık için otlak olarak kullanılmış ve mera bitkileri yetiştirilmiştir. Meralar hayvan sayısıyla orantılı olarak düzenli kullanılmaya başlanmıştır. Küçükbaş hayvan sayısının azalmasıyla ormanlar üzerindeki baskı da azalmıştır. Hayvan ve süt satışları, arıcılık, balıkçılık, orman işçiliği, mantar toplayıcılığı, seracılık ve meyvecilik bazı ailelerin gelir kaynağı olmuştur. Ayrıca, kumul hareketlerinin önlenmesiyle Sinop-Ayancık karayolu ulaşımında yaşanan sorunlar çözülmüş ve mezar yerleri kaybolmadığı için köylüler manevi huzura kavuşmuştur.

Sahanın 1987 yılında Tabiatı Koruma Alanı olarak ilan edilmesiyle, koruma ve kullanma dengesi değişmiştir. Tabiatı Koruma Alanı yerli ve göçmen kuşların konaklama üreme ve barınma alanı olmuş, endemik ve nesli tehlikede olan flora ve fauna yönünden üniversitelerin ve bilim insanlarının, fotografçıların, okulların ve sivil toplum örgütlerinin ziyaret ettikleri alan haline gelmiştir. Sarıkum TKA, Sinop ve çevre illerin turizm şirketleri tarafından Sinop'ta görülmeye değer yerler listesine alınmıştır. Böylece alanı görmeye gelen ziyaretçi sayısı her geçen gün artmış ve bu sayede doğa koruma ve ekoturizme de olumlu katkılar yapılmıştır.

Ancak sahanın güney-batısında dalgalar ön eksibeyi kırmış, böylece sahilçamları kum istilasıyla yatmaya ve kurumaya başlamıştır. Bu nedenle ön eksibenin onarılması, kuruyan ağaçların yangın ve böcek tehlikesine karşı sahadan çıkartılması ve yerlerine uygun türlerin dikilmesi gerekmektedir. Dikilen fidanlar bağımsızlıklarını kazanana kadar sahanın otlatmaya kapatılması, köy tüzel kişiliği ile ortaklaşa korunması ve sahada sosyal baskıların olmaması için bilgilendirme ve bilinçlendirme toplantılarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca tarım ve

ağaçlandırma alanlarına zarar vermemesi için Sarıkum gölünü Karadeniz'e bağlayan dere ağzı açık tutulmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında 2017 yılından sonuçlandırılan bir Yüksek Lisans Dönem Projesi kapsamında üretilmiştir.

Kaynaklar

Acatay, A. 1959. Orman Koruması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:824/62, X+336 s., İstanbul.

AGM (Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü), 1975. Sinop Kızılabalı Köyü Sarıkum Kumulunun Tespit ve Ağaçlandırma Uygulama Projesi. Sinop AGM Mühendisliği, Sinop.

Aşk, K. 1977. Erozyonla Savaş El Kitabı. Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayını, s.129-132, Ankara.

Atay, İ. 1964. Sahil Kumullarının Tesbit ve Ağaçlandırılması Üzerine Çalışmalar. Orman Bakanlığı Yayın No:385/39, Ankara.

Atmaca, F., Yılmaz, K. T. 2006. Turan Emeksiz Kıyı Kumul Ağaçlandırmasının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, Sayı 12, s.207-226, Tarsus.

Bal Y., Demirkol, C. 1988. Doğu Akdeniz'deki Türkiye Kıyı Çizgisi Değişimleri. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 1-2, Yıl 1978-1988, s.69, İstanbul.

Büyükyıldırım, L. 1961. Eksibelerimiz, Önemi ve 1955 Yılında Manavgat'ın Side-Sorkun Eksibesinde Yapılan Deneme Mahiyetinde Ağaçlandırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:7, Ankara.

Karaer, F. 2007. Sarıkum Tabiatı Koruma ve Yaygınlaştırma Alanı Ekolojik Özellikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Uzmanlık Raporu, 8/2007, Samsun.

Kroodsman, R. F. 1937. The Permanent Fixation of Sand Dunes in Michigan. JF35:365-72.

OSİB, 2012. Sarıkum Gölü. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı-Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü Yayını, Aralık 2012, 92 s. Ankara.

Sinop AGM, 1983. 1975-1981 yılları Sinop Ağaçlandırma Mühendisliği Sarıkum Kumulunun Uygulama Cetvelleri. Sinop AGM Mühendisliği, Sinop.

Sönmez, M. F. 2015. Dünyada ve Ülkemizde Yapılan Kıyı Kumulu Erozyonu Önleme Çalışmalarının İrdelenmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, 60 s., Ankara.

Tavşanoğlu, F. 1954. Dağlık Arazide Dere Havzalarının Islahı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No:26, İstanbul.

Uslu, T. 2008. Kıyı Kumullarını Ağaçlandırmak.
http://www.turhanuslu.net/gazeteler/25122008.htm/07.04.2017.

Uslu, T., Bal, Y. 1993. Coastal Dune Management of Seyhan Delta. Proceeding of the First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 93, Antalya, 199-216.

Yılmaz, C. 2007. Sarıkum Tabiatı Koruma ve Yaygınlaştırma Alanı Sosyo-Ekonomik ve Kültürel Değerlendirme Sonuç Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi, Yayın No: 75, Ankara.

KIZILÇAM (*Pinusbrutia* Ten.) GENETİK ISLAH ÇALIŞMALARININ ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMALARIN VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Sadi Şıklar (Or.Yük.Müh)
Dr. Hikmet Öztürk (Or.Yük.Müh.)
Yard. Doç. Dr. Murat Alan (Karabük Üniversitesi Orman Fak.)

ÖZET

Hızla artan dünya nüfusu doğal kaynaklar üzerinde yoğun baskılar oluşturmaktadır. Bu baskılardan en fazla da ormanlar etkilenmekte, alanları daralmakta ve artan odun hammaddesi taleplerini karşılayamamaktadır. Özellikle hızlı gelişen türlerle verimli alanlarda ve genetik olarak ıslah edilmiş dikim materyalleri kullanılarak yapılan endüstriyel ağaçlandırmalar söz konusu odun arz açığının kapatılmasının en etkili yoludur. Bu amaçla, Orman Genel Müdürlüğünce "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-20123)" uygulanmakta ve bu eylem planında en önemli payı ise kızılçam almaktadır. Hızlı gelişen tür olması ve potansiyel ağaçlandırma sahalarının fazla olması kızılçamı endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının en önemli türü olarak ortaya çıkartmaktadır. Bu avantajları nedeni ile uzun yıllardır kızılçamda genetik ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda benzer yetişme ortamları ayrı birer ıslah zonu olarak ayrılmış ve bu zonlardan seçilen plus ağaçların ıslah değerlerinin ortaya çıkarılması için genetik testler (döl denemeleri) kurulmuştur. Döl denemelerinin sonuçlarına göre, ıslah değeri en yüksek 30 aile ile kurulacak genotipik tohum bahçelerinden üretilen tohumlar kullanıldığında hacimde %25-30 genetik kazanç sağlanabileceği anlaşılmıştır. Bu durum, genetik ıslah çalışmaları ile birim alandan üretilecek odunun miktar ve kalitesinin önemli miktarlarda artırılmasının mümkün olduğunu göstermektedir. Halen kızılçamda kurulmuş olan genotipik tohum bahçeleri endüstriyel ağaçlandırmaların tüm tohum ihtiyacını karşılayabilecek durumdadır. Endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları uzun yıllardır ormancılığımızın gündeminde olmuş ancak son yıllara kadar kapsamlı olarak uygulanamamıştır. Bazı aksamalar yaşansa bile halen uygulanmakta olan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023)" konusunda Orman Genel Müdürlüğünce kurumsal kararlılığın devam ettirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: *Kızılçam, Endüstriyel ağaçlandırma, Genetik ıslah*

THE EFFECT OF BREEDING STUDIES OF TURKISH RED PINE (*Pinusbrutia* Ten) ON THE YIELD OF INDUSTRIAL PLANTATIONS

ABSTRACT

Increasing world population creates intense pressures on natural resources. Forests are the most affected from these pressures, as their areas are getting smaller and they can not supply the raw material demand anymore. The best way to tackle this highwood demand is by supplying the market with industrial plantations products that have been done with specific ally fast growing species in goodsites. Forthispurpose, "Industrial Plantations Action Plan (2013-2023)" is beingapplied in General Directorate of Forestry (OGM) and Turkish redpine (Pinusbrutia Ten.) is taking a great role in this plan. Being a fast growing species and having high availability of potential plantations areas; Turkish redpine, is one of the most important species for industrial plantations. Due to these advantages, tree breeding studies have been done on Turkish red pine for years. Within this context; similar ecological areas have been divided into seperate breeding zone sand progeny tests have been established to uncover the breeding values of plustrees, which have been selected from the seareas. According to the results of progenytests; it has been understood that, 25-30% volume gain can be achieved by genotypic seed orchards, that have been formed with 30 families with high breeding values. These results show that, the amount and the quality of wood perunit area can be significantly increased through tree breeding studies. Upto this date, genotypical seed orchards that has been formed with Turkish redpine are ableto supply all the seeddem and of the industrial plantations. Industrial plantations has always been under scope of our forestry practice; however, it could not have been applied extensively until recent years. Despite of all the difficulties, it is essential to continue the institutive vigilance about the "Industrial Plantations Action Plan (2013-2023)"by the OGM.

Keywords: *Turkish redpine, Industrial plantation, Breeding*

Giriş

M.Ö 2000 yıllarında 8 milyar hektar olan dünya ormanlık alanı günümüzde yaklaşık 4 milyar hektara düşmüş ve son yıllarda orman azalmasının hızı biraz azalsa da sadece 1990 ile 2015 yılları arasında 129 milyon hektar orman alanı yok edilmiştir (FAO,2015).Budurum özellikle19.yy'ın ortalarından itibarensanayi devrimi ve hızlı nüfus artışı ileyoğun bir şekilde yaşanmış ve günümüzde hızla etkileri görülmeye başlanan küresel iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden birisi olmuştur.Nitekim 20.yy'ın başında 1.5 milyar olan dünya nüfusu günümüzde 7.5 milyara ulaşmış, yapılan tahminlere göre 2050 yılında ise 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (United Nations, 2017).Bir taraftan küresel iklim değişikliğinin etkilerinin olabildiğince azaltılması için orman alanlarının artırılması gerçeği, diğer taraftan ise artan dünya nüfusununyeni yaşam alanları(ormanlardan açılan) ve gıda ihtiyacı ciddi bir ikilem olarak karşımıza çıkmaktadır.Bu sorunların çözümü için uluslararası düzeyde yoğun çabalar gösterilmesine rağmenyakın gelecekte de pek çözülecek gibi gözükmemektedir.

Ormanların sağladığı ürün ve hizmetler toplumların yaşamında uzun yıllardır önemli yerlertutmuştur.Bu amaçla asırlardır doğal ormanlar yoğun olarak kullanılarak ya tamamen yok edilmişler ya da yapıları bozulmuştur. Bu durum,artan nüfusla beraber toplumun daha da artacak odun hammaddesi ihtiyacının mevcut ormanlardan artık karşılanmasınınimkansızolduğunuortaya koymaktadır.Nitekim halen 3.6 milyar m^3 olan dünya odun tüketiminin, yapılan değişik projeksiyonlara göre 2050 yılında5-6 milyar m^3e çıkacağı tahmin edilmektedir.Bu duruma çözüm bulmak sanıldığı kadar kolay gözükmemektedir.Kaldı ki son yıllara kadar sadece odun üretilen ekonomik kaynaklar olan görülen ve sanayi devriminin motor gücünü oluşturan doğal kaynakların başında yer alan ormanların günümüzde ekolojik ve sosyal işlevleri daha da ön plana çıkmıştır.Aynı süreçler benzer şekilde ülkemizde de yaşanmış ve günümüzde doğal ormanlardan yapılan odun üretimi ihtiyacı karşılamaktan uzak kalmıştır. Odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak için çok değişik arayışlar gündeme gelmiş, bu konuda en etkin çözümün orman genetiği prensiplerini kullanarak, ağaç ıslahı ve silvikültürel teknikler ile sağlanabileceğiileri sürülmüştür (Li ve ark., 1999, White ve ark., 2003, Ruotsalainen 2014, White ve ark.,2014).

Ülkemizin Odun Arz-Talep Durumu

Ülkemizin ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel ana fonksiyonlarına göre planlanmış 22.3 milyon hektar ormanlık alanı bulunmaktadır. Odun üretimi yapılan ekonomik fonksiyona ayrılmış ormanlık alanı ise11.2 milyon hektar olup bununda ancak 7.4 milyon hektarı normal kapalılıktadır (OGM, 2016-a). Bu alanlardan 2016 yılında 21 milyon m^3 endüstriyel odun,4.8 milyon m3 de yakacak odun üretilmiştir

(Ormancılık ve Su Şurası, 2017). Oysa ülkemizin kullandığı odun hammaddesi miktarı 31 milyon m^3 olup eksik kalan odun miktarının yarısı kavak üretiminden ve tapulu kesim alanlarından, diğer yarısı ise ithalat yolu ile karşılanmaktadır.

Son yıllarda odun kullanan sanayinin yapısında önemli gelişmeler yaşanmış, yonga ve lif levha sanayi ciddi gelişmeler göstermiş ve kapasite olarak dünyada üst sıralara tırmanmıştır. Nitekim üretilen endüstriyel odun çeşitleri arasında lif-yonga odunu 2016 yılında en yüksek miktara çıkmış ve7.2 milyon $m^{3'}$e ulaşarak tomruk üretimini geçmiştir.Gelecekte de bu artışın devam edeceği tahmin edilmektedir (Ormancılık ve Su Şurası, 2017).Zaten yapılan odun ithalatının önemli bir oranının(3.5 milyon m^3) lif-yonga sanayinde kullanılan hammadde olması, bu sektördeki gelişmeyi açıkça göstermektedir. Aslında lif-yonga sektörünün hammadde ihtiyacının kısa-orta vadede yerel kaynaklardan karşılanması ormancılık sektörünün öncelikli hedefi olmalıdır.Çünkü yeni tesis edilecek verim gücü yüksek ağaçlandırmalar ile doğal ormanlardaki genç meşcere bakımlarından yapılacak odun üretimi bu sektörde çok rahat kullanılabilmektedir. Gerçektekağıt ve kağıt bazlı ürünler de dikkate alındığında ülkemizin odun hammaddesi ihtiyacının mevcut durumdan çok daha fazla olduğu gerçeği açıkça ortadadır.

Ülkemizin ihtiyaç duyduğu odun hammaddesi miktarının karşılanabilmesi için değişik alternatifler düşünülebilir. Günümüzde olduğu gibi odun ithalatına devam edilebilir veya ülke içerisinden çözüm olarak mevcut ormanlık alanlar daha verimli kullanılarak üretilen odun miktarı arttırılabilir.Dünyada da odun üretiminin yetersiz kalacağı ve stratejik bir hammadde olacağı (özellikle enerji açısından) düşünüldüğünde, ülkemizdeki odun işleyen sektörün hammadde ihtiyacının dışa bağımlı olarak sürdürülebilmesi çok akılcı bir yol olmayacaktır. Bu durumda sorunun çözümü için en uygun yolun mevcut ormanlık alanlardaki verimin arttırılması olduğu açıkça görülmektedir.

Odun Üretimi Açısından Ağaçlandırmalar

Üretim ormanlarının sürdürülebilir şekilde işletilmesi temel esastır. Bu nedenle ormanlar, belirlenen idare sürelerinin sonunda esas olarak doğal yolla gençleştirilmekte ve mevcut generasyonun genetik yapısı aynen devam ettirilmeye çalışılmaktadır. Bu durumda yeni oluşan generasyonun verim gücü de ancak eski generasyon kadar olabilecektir. Oysa aynı alanların uygun yerlerinde ağaçlandırma yapılsa verim çok daha fazla olacaktır. Nitekim Amerika güney çamları olarak adlandırılan.*P.taeda* ve *P.elliotti'*de20.yüzyılın ortalarında doğal gençleştirme yerineağaçlandırma yapılarak odun üretimi yaklaşık %50 arttırılmış, daha sonraki yıllarda entansifsilvikültürel uygulamalar (toprak işleme, bakım, gübreleme ve ıslah edilmiş dikim materyali) kullanılarak hektardaki artım 6.2 m^3ten 27.6 m^3'e çıkartılmıştır (Fox ve ark., 2007). Benzer sonuçlara ülkemizdekızılçamda (*P.brutia*

Ten.) ulaşılmış ve 35.yaşında I. bonitet doğal ormanlarda hektardaki verim 184 m^3 iken aynı bonitet ve yaşta ağaçlandırmalarda 289 m^3 ulaştığı tespit edilmiştir(Alemdağ, 1962, Usta, 1991). Nitekim dünya ormanlık alanının %7 sini oluşturan ağaçlandırma yolu ile kurulan ormanların, dünya odun üretiminin % 35'ini karşılaması,ağaçlandırmaların birim alandaki verim artışında ne kadar etkili bir yol olduğunu açıkça göstermektedir(Boydak, 2014).

Ormancılık tarihimize baktığımızda ağaçlandırmalar sürekli gündemde olmuştur. 1955 yılında yapılan "Ağaçlandırma ve Kavakçılık Teknik Kongresi" ve. 1966 yılında yapılan "Orman Mühendisliği I. Teknik Kongresi" kararları ile kapsamlı uygulamaların başlatılması önerilmiştir (Boydak, 2014). Bu kararlar içerisinde en dikkat çekici olanlarından birisi de özellikle ülkemizin artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak amacı ile 2000 yılına kadar 300.000 hektar endüstriyel ağaçlandırma yapılması hedefinin ortaya konulmasıdır. Ancak orman teşkilatının sürekli re-organize olması, mali imkansızlıklarve kurumsal kararlılığın sağlanamaması gibi nedenler ile çok da başarı sağlanamamıştır. Buna karşın son yıllarda hızla artan odun hammaddesi ihtiyacının bir kısmının endüstriyel ağaçlandırmalardan karşılanabilmesi için Orman Genel Müdürlüğünce (OGM) "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı(2013-2023)" hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur.

Genetik Islah Çalışmalarının Verimliliğe Katkısı

Endüstrinin ihtiyacını karşılamak amacı ile uygun alanlarda entansif silvikültürel tedbirlerin uygulanarak birim alandan maksimum verim almak endüstriyel ağaçlandırmalarda temel amaçtır. Toprak işlemeden zamanında ve uygun bakım tedbirlerine, gübrelemeden ıslah edilmiş dikim materyaline kadar yoğun bir dizi çalışmayı gerektiren endüstriyel ağaçlandırmalarda verim ciddi oranlarda arttırılmaktadır. Söz konusu işlemler içerisinde verimi her aşamada devamlı olarak arttırmanın en etkili yolu ise genetik olarak ıslah edilmiş dikim materyali kullanmaktır. Nitekim A.B.D'de genetik ıslah çalışmalarına 1950 yıllarında başlanan ve günümüzde her yıl 1 milyar ıslah edilmiş fidanı dikilen *P.taeda*'da I. generasyon ıslah çalışmaları ile hacimde %7-12, II. generasyon ıslah çalışmaları ile %26-35 verim artışı sağlanmıştır (Li ve ark.,1999). Söz konusu ıslah çalışmaları sonucunda *P.taeda*'nınidare müddeti de 50 yıldan 20 yıla indirilmiştir. Her generasyonda verimliliğin daha da arttırılması için ıslah çalışmalarının sürekliliği büyük önem taşımaktadır. Nitekim dünyada ıslah çalışmalarının en ileri düzeyde olduğu *Pinustaeda*'da günümüzde, III. ve IV. generasyon ıslah çalışmalarına ulaşılarak verimin % 40-50 oranında arttırılabileceği anlaşılmıştır (Annual Report 2013, 2014).Bu sonuçlar, ağaç ıslahı çalışmalarının birim alandaki verimi arttırmada ne kadar etkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Kızılçam'ın Önemi ve Genetik Islah Çalışmaları

Yapılan yatırımın kısa sürede geriye dönmesi, pazar olanakları ve odun arz açığını karşılamadaki potansiyeli açısından endüstriyel ağaçlandırmalarının kurulmasında tür seçimi birincil önem taşımaktadır (Şıklar ve Öztürk, 2009). Bu açıdan bakıldığında tür seçiminde; hızlı gelişme, yeterli büyüklükte dikim alanlarının varlığı, elde edilen ürünün kullanım alanlarının bulunması ile ıslah edilmiş dikim materyallerinin mevcut olması gibi kriterler ön plana çıkmaktadır. Tüm bu kriterler açısından ülkemizde yetişen yerli ve yabancı orman ağacı türleri değerlendirildiğinde kızılçamın ön plana çıktığı açıkça görülmektedir. Nitekim kızılçam;

- I.bonitet doğal ormanlarında 11.4 m^3/ha/yıl ortalama hacım artımı yapmasına karşın (Erkan, 1996), ağaçlandırma sahalarında bu rakam 15.4 $m^{3'}$ e kadar çıkmaktadır (Usta, 1991). Ayrıca uygun arazilerde genetik olarak ıslah edilmiş dikim materyali kullanarak kurulacak ağaçlandırma alanlarında söz konusu yıllık ortalama hacim artımının 20 m^3/ hektarın üzerine çıkarılabileceği belirtilmektedir (Boydak ve ark., 2006).
- Odununun; inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tarım aletleri, ağaç tel direği, maden direği, çit kazığı, deniz taşıtlarının yapımı, kağıt endüstrisi ve lif-yonga sanayi gibi çok çeşitli kullanım alanı mevcuttur (Erten ve Önal, 1987).
- 5.8 milyon hektar doğal yayılış alanı ile ülkemizdeki en geniş yayılışa sahip ibreli orman ağacı türüdür (OGM 2016-b). Bu durum uygun dikim alanlarının bulunması açısından çok önemli bir avantaja sahip olduğunu göstermesinin yanında, zaten ülkemizde bu güne kadar en fazla ağaçlandırma yapılan türdür.
- 1970 yılından itibaren ıslah çalışmalarında çok önemli aşamalara ulaşılan ve ıslah edilmiş dikim materyali konusunda hiçbir sorunun bulunmadığı bir türdür.

Tüm bu değerlendirmeler, kızılçamın endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları için ülkemizin çok önemli bir türü olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim Orman Genel Müdürlüğünce 2013 yılında uygulamaya konulan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023)"nda endüstriyel ağaçlandırmaya konu edilen 165.000 hektar sahanın %88'i olan 145.000 hektar alanın kızılçam ile ağaçlandırılması planlanmıştır.

Kızılçam endüstriyel ağaçlandırmalarında kullanılacak ıslah edilmiş tohumların temini için "Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü" tarafından 1970 yılından itibaren ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu kapsamda çalışmalara, orman ağaçları ıslahının temelini oluşturan "Tohum Meşcereleri"nin seçimi ile başlanmıştır. Tohum meşceresi; yüksek kalitede tohum elde etmek üzere seçilen, tohum veriminin ve genetik kazancın arttırılması amacıyla müdahalelerde bulunulan, doğal ya da bazı özel durumlarda yapay olarak kurulmuş populasyonlardır(Şıklar ve ark., 2015). Ağaç ıslahı çalışmalarının temelini oluşturan fenotipik kitle seleksiyonunun ilk aşaması olan tohum meşcerelerinin seçimi için tüm

kızılçam doğal yayılış alanları incelenerek günümüze kadar 11.455 hektar tohum meşceresi seçilmiştir. Daha sonra bu populasyonlardan üretilen tohumların herhangi bir adaptasyon sorunu yaşamadan transfer edilebileceği alanların belirlendiği "Kızılçam Tohum Transfer Zonları" belirlenerek ağaçlandırmalardaki olası uyum sorunlarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bir sonraki ıslah aşaması olan tohum bahçelerinin kurulmasına kadar kızılçam tohum meşcereleri ağaçlandırmaların tohum ihtiyacını karşılamak açısından çok önemli işlevler görmüştür.

Tohum meşceresinden sonra fenotipik seleksiyonun ikinci aşaması tohum bahçelerinin tesisidir. Tohum bahçesi; üstün nitelikli ağaçların klon ya da tohumlarından kurulan, genetik açıdan arzulanmayan polen kaynaklarından izole edilmiş, özel idare ve işletmeye tabi tutulan, sık, bol ve kolay tohum hasat edilen özel ağaçlandırmalardır(Şıklar ve ark., 2015). Tohum bahçesi tesisi için meşcere içinde en iyi özelliklere sahip (boy, çap ve gövde düzgünlüğü vb) ağaçlar seçkin (plus) ağaç olarak seçilmiştir. Plus ağaçlar, akrabalık bağlarını mümkün olduğunca azaltmak için birbirinden uzakta seçilmiş ve seçilen ağaçlar vejetatif olarak (orman ağaçlarında genelde aşı ile) çoğaltılmış ve özel bir desenle tohum bahçelerine aktarılmıştır. Günümüze kadar 572 hektar fenotipik kızılçam tohum bahçesi kurulmuş olup bu tohum bahçeleri ağaçlandırmaların tüm tohum ihtiyacını karşılayabilecek durumdadır. Söz konusu fenotipik tohum bahçeleri tohumları kullanılarak göğüs çapında %8 genetik kazanç sağlayabilmek mümkündür(Öztürk ve ark., 2008, Alan ve ark., 2010). Sağlanacak kalite artışlarıda dikkate alındığında bu sonuçlar, sadece fenotipik kızılçam tohum bahçeleri tohumları kullanıldığında bile ağaçlandırmalarda önemli verim artışlarının daha ilk aşama ıslah çalışmaları ile sağlanabileceğini göstermektedir. Çok uzun yıllar boyunca yürütülen yoğun çalışmalar sonucunda oluşturulan tohum bahçelerinin gerek ağaçlandırma çalışmaları gerekse yangın ve doğal gençleştirme sahalarında yapılacak uygun orijinli tohum takviyesi açısından önemi büyüktür. Ayrıca söz konusu tohum bahçeleri iyi birer *ex-situ* gen koruma alanıdır. Bu nedenle kızılçam tohum bahçeleri titizlikle korunmalı ve ürettikleri kozalaklar her yıl düzenli olarak toplanarak çıkartılan tohumlar soğuk hava depolarında saklanmalıdır. Ancak son yıllarda kızılçam tohum bahçelerinden kozalak üretiminde yetişmiş insan gücü yetersizliği nedeniyle önemli sorunlar yaşanmaktadır.

1970 yılından itibaren tohum meşceresi seçimi ile bu meşcerelerin içinden seçkin (plus) ağaçların tespit edilmesi ve bu ağaçlardan vejetatif (aşı) yoluyla çoğaltılan fidanlar ile fenotipik tohum bahçelerinin tesisi şeklinde süregelen kızılçam ıslah çalışmalarına 1993 yılına kadar devam edilmiştir. Bu tarihten sonra hazırlanan "Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı" ile ıslah çalışmalarına ayrı bir yön verilmiştir (Koski ve Antola, 1993).Söz konusu programa göre entansif ıslah çalışmalarına konu edilecek ve ülkemizdeki ağaçlandırmalarda yoğun olarak kullanılan 5 orman ağacı türü (kızılçam, karaçam, sarıçam, sedir ve kayın)

belirlenmiştir. Ancak yetişmiş insan gücü, mali imkanlar ve ağaçlandırma potansiyeli gibi kriterler değerlendirilerek öncelik kızılçama verilmiştir.

Ülkemizdeki orman ağaçlarının ıslahı açısından çok önemli bir dönüm noktası olan "Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı" gen koruma çalışmalarını da dikkate alan bir anlayışla ağaç ıslahı çalışmalarında genetik testleri (döl denemeleri) gündeme getirmiştir. Bu denemeler sonucunda her bir ailenin ıslah değeri hesaplanabilecek ve yüksek ıslah değerine sahip ailelerden kurulacak tohum bahçeleri ile önemli verim artışları sağlanabilecektir. Ancak öncelikle çalışma ünitelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla "Milli Ağaç Islahı Programı ve Tohum Üretim Programı" nda ülkemizin çok değişik ekolojik bölgelerinde yayılış gösteren kızılçamın ıslah edilmiş tohumlarının herhangi bir adaptasyon sorunu yaşamadan transfer edilebileceği benzer yetişme ortamları ayrı birer "Islah Zonu" olarak ayrılmıştır. Programda değişik ıslah entansitesinde 6 adet ana zon ve yoğun ıslah çalışmalarının yürütüleceği 7 adet alt zon ayrılarak her biri ayrı bir çalışma ünitesi olacak şekilde çalışmalara başlanmıştır. Her bir ıslah zonundan yeni seçilen plus ağaçlar ile daha önce seçilmiş ve tohum bahçelerinde yer alan plus ağaçlar döl denemelerine dahil edilmiştir.

Genetik ıslah çalışmalarında başlangıçtaki en önemli aşama genetik testlerdir. Orman ağaçlarında genetik testler; vejetatif olarak çoğaltılabilen türlerde "klon denemeleri" ancak generatif olarak çoğaltılabilen türlerde ise "döl denemeleri" şeklinde kurulmaktadır. Genellikle iğne yapraklı orman ağaçlarında döl denemeleri en tercih edilen genetik test yöntemidir. Söz konusu döl denemeleri ebeveyn (plus) ağaçlardan toplanan tohumlardan elde edilen fidanlar(döller) ile kurulmakta ve fidanların gelişmesine göre ebeveyn ağaçların ıslah değerlerinin tahmin edilmesini sağlamaktadır (White ve ark., 2007). Ormanlık alanlarda deneme alanında olduğu gibi eşit koşullar bulunmadığı için olabilecek çevresel etkiler nedeni ile (mikro yetişme ortamı şartlarından kaynaklanan) yapılan plus ağaç seçimlerinin isabet derecesi düşük olabilir. Seçimlerin isabet derecesini yükseltmek ve genetik olarak gerçekten üstün ağaçları belirlemek için döl denemeleri kullanılmaktadır. Bunun için uygun deneme desenleri kullanılarak, bir ıslah zonunda seçilmiş çok sayıda plus ağaç içinden gerçekten genetik üstünlüğe sahip olanlar seçilebilmektedir. Islah değeri yüksek sınırlı sayıda örneğin 30 ağaçtan aşı kalemi alınarak genotipiktohum bahçesi kurulmakta ve bu bahçelerden üretilen tohumlar ile ağaçlandırma yapıldığında diğer kaynaklardan elde edilen tohumlara göre çok daha fazla hacim verimi sağlamak mümkün olabilmektedir. Döl denemeleri, ormandaki doğal döllenme yöntemi olan açık tozlaşma (üvey kardeş) veya kontrollü tozlaşma (tam kardeş) ürünü tohumlardan elde edilen fidanlarla kurulabilmektedir. Genellikle ilk generasyon döl denemeleri açık tozlaşma döl denemeleri şeklinde kurulduğundan kızılçamda da çalışmalar tüm ıslah zonlarında açık tozlaşma (üvey kardeş) döl denemeleri şeklinde planlanmıştır. Ayrıca denemelerde kendi ıslah zonunda bulunan tohum meşecerelerinden ve ıslah

zonu dışındaki tohum meşecerelerinin tohumlarından yetiştirilmiş fidanlar (döller) kontrol materyali olarak kullanılmıştır. Kendi ıslah zonundaki kontrol materyali ile gerçekten genetik olarak üstün ağaçlarla yapılan karşılaştırma ile birim alandaki verim (hacim) artışı tahmin edilmektedir. Islah zonu dışındaki kontrol materyalleri ile yapılan karşılaştırmada iseyine genetik kazanç tahmini yanında hatalı tohum transferlerinin olası verim kayıpları da ortaya konulmaktadır. Bu tahminlerin zaman içerisinde değişiklik gösterip göstermediğini izleyebilmek için döl denemelerindeki fidanlar 4 yılda bir düzenli olarak ölçülmekte ve ölçüm yapılan dönemler karşılaştırılarak değerlendirilme yapılmaktadır.

1998 yılında ilk kızılçam döl denemesi "Akdeniz Bölgesi Alçak (0-400m.) Islah Zonunda" kurulmuş daha sonraki yıllarda diğer ıslah zonlarında denemelerin kuruluşları gerçekleştirilmiştir. Kızılçamda kurulmuş döl denemeleri artık güvenilir sonuçlar verebilecek yaşlara ulaşmıştır. Yapılan değerlendirmeler ışığında kızılçamda erken yaşlarda seleksiyona çok büyük yanılma yaşamadan karar verilebileceği ve uzun yıllar beklemeden sonuçların alınabileceği anlaşılmıştır. Dünyadaki literatür bilgilerinde de yer alan bu durumun kızılçamda da olabileceği düşüncesinden hareketle ihtiyatlı bir şekilde erken yaşlarda aile sayısını ideal sayıdan biraz fazla tutarak genotipik tohum bahçeleri kurulmuştur. Nitekim, kızılçam döl denemelerinin ilk sonuçlarına göre kurulan genotipik tohum bahçelerinin, daha sonraki değerlendirmelerde isabetli olduğu ortaya çıkmış, erken yaşlarda (en uygun seleksiyon yaşı) çok önemli hata yapmadan karar verilebileceği anlaşılmıştır. Bu durum verim artışının bir an önce ağaçlandırmalara aktarılabilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır.

Kızılçam endüstriyel ağaçlandırmalarında genetik olarak ıslah edilmiş tohumların kullanılması büyük önem taşımaktadır. Ancak bu sayede birim alandan elde edilecek ürünün miktar ve kalitesi arttırılabilecektir. Nitekim yürütülen kızılçam döl denemeleri sonuçlarına göre; ıslah değeri en yüksek 30 aile ile genotipik tohum bahçeleri kurulduğunda ve bu bahçelerden üretilen tohumlar endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanıldığında verimin %25-30 arttırılabileceği anlaşılmıştır (Öztürk ve ark., 2008, Alan ve ark., 2012). Bu durum I. generasyon ıslah çalışmalarında elde edilen dünyadaki diğer bazı türlerle de uyumludur (Li ve ark., 1999).Kızılçamda kurulmuş olan halen 76 hektar genotipik tohum bahçesi mevcut olup önemli bir kısmı tohum üretmeye başlamıştır. Kızılçam endüstriyel ağaçlandırmalarının ihtiyacı olan tohumların ıslah edilmiş kaynaklardan sağlanması konusunda herhangi bir sorun bulunmamaktadır. Ayrıca oluşan bilgi birikimi ve deneyim kullanılarak, kızılçam ıslah çalışmalarını daha da ileriye (2., 3., 4. ..n generasyon) götürmek mümkündür.

Sonuç ve Öneriler

1. Ormancılığımızda çok uzun yıllardır gündeminde olan ancak çeşitli sebeplerle kapsamlı olarak uygulanamayan endüstriyel ağaçlandırma konusunda Orman Genel Müdürlüğünce eylem planı hazırlanarak uygulamaya geçirilmesi çok önemli bir gelişmedir. Uygulamada zaman zaman yaşanan sorunlara rağmen söz konusu "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023)" konusunda kurumsal kararlılık ısrarla devam ettirilmelidir.

2. Hedeflerin gerçekleşmesi için ülke ve meslek kamuoyunun yürütülen çalışmalar hakkında bilgi sahibi olması ve çalışmalara inanması başarı için çok önemlidir. Endüstriyel ağaçlandırmaların odun hammaddesi üretimindeki önemi öncelikle uygulamacı birimlere daha sonra da başta sivil toplum örgütleri olmak üzere ülke kamuoyuna sabırla anlatılmaya devam edilmeli ve bu konudaki başarılı çalışmalar yerinde gösterilmelidir.

3. Uygulanmakta olan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-20123)" verilerine göre 165.000 hektar alanda çalışma yapılacak olup bunun yaklaşık 145.000 hektarı (%88) kızılçam alanıdır. Kızılçam ülkemizde 5.8 milyon hektar alanda yayılış gösteren bir tür olduğuna göre daha fazla endüstriyel ağaçlandırma sahası bulunması mümkündür. Bu nedenle, başta eski kızılçam ağaçlandırma sahaları olmak üzere doğal yetişme ortamları etüd-proje ekiplerince titizlikle incelenmeli ve yeni sahalar tespit edilmelidir.

4. Endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarına konu türlerde önemli bir bilgi birikimi ve mesleki tecrübe vardır. Ancak verim artışında çok etkili olduğu bilinen özellikle gübreleme başta olmak üzere yeni kapsamlı araştırmalara hemen başlanmalıdır. İstenen sonuçlara ulaşılabilmesi için yeni bilgilerin üretilmesi kadar kullanılması da çok önemlidir. Bu nedenle, üretilen yeni bilgiler vakit geçirilmeden uygulamaya aktarılmalıdır.

5. Endüstriyel ağaçlandırmalarda ıslah edilmiş dikim materyali kullanılması verim artışında çok etkilidir. Çok uzun zamandır yürütülen kızılçam genetik ıslah çalışmalarında önemli mesafeler alınmıştır. Söz konusu çalışmaların aksamaması ve daha ileri aşamalara (II. III. ..n generasyon) götürülmesi için ıslah tesislerinin (Gen koruma ormanları, Tohum meşcereleri, Tohum bahçeleri, Döl denemeleri) korunması için her türlü tedbir alınmalıdır. Bu konuda çalışmaları yürüten kurumların başta yetişmiş insan gücü olmak üzere kurumsal alt yapıları güçlendirilmelidir.

6. Yürütülen kızılçam genetik ıslah çalışmalarının başarılı bir şekilde devam ettirilmesi, lokal araştırma enstitülerinin kapasitelerinin yanında özellikle orman fidanlık müdürlüklerindeki alt yapı tesisleri ile yetişmiş insan gücüne bağlıdır. Bu nedenle orman fidanlıklarında alt yapı tesisleri(sera, soğuk hava deposu) ile aşı kalemi alma ve kozalak üretiminde çalışacak uzman tırmanıcı işçi konusunda Orman Genel Müdürlüğünce acilen tedbir alınmalıdır.

7. Endüstriyel ağaçlandırmalardan beklenen başarı için kullanılan tohumların kayıtlı kaynaklardan toplanması, ekilmesi ve fidan üretilmesi ile bunların dikim alanlarına götürülmesi aşamaları mutlaka sertifikalı olmak zorundadır. Bu hem "6831 sayılı Orman Kanunun 67.maddesi" hem de "Orman Yetiştirme Materyallerinin Ticareti Yönetmeliği"nin gereğidir. Bu konuda uygulamada yaşanan aksaklıklar acilen giderilmelidir. Ayrıca dikim yapılan alanların uzun süreli izlenebilmeleri için başta orijin dikim haritaları olmak üzere kapsamlı bir kayıt sistemi oluşturulmalı ve bu kayıtların uzun süreli saklanmaları sağlanmalıdır.

Kaynaklar

Alan, M., Öztürk, H., Şıklar, S., Ezen, T., Çalışkan, B., Özler, H. 2010. Marmara Bölgesi Islah Zonu'nda (200-600 m.) Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:25, 72 sayfa Ankara.

Alan, M,. Ezen, T., Öztürk, H., Şıklar, S., Sabuncu, R., Derilgen,S.I., Çalıkoğlu, M., Polat, O. 2012. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonu'nda (0-400 m) Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) Döl Denemeleri (12. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:18, 115 sayfa Ankara.

Alemdağ, Ş. 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 11, 160 sayfa , Ankara.

Annual Report. 2013. NCSU CooperativeTreeImprovement Program AnnualReport 57 (http://treeimprovement.org/sites/default/files/AR13FINAL_WP_s.pdf) (Erişim Tarihi:1.10.2017)

Annual Report. 2014. NCSU CooperativeTreeImprovement Program AnnualReport 58 (http://treeimprovement.org/sites/default/files/AR14_final_website.pdf) (Erişim Tarihi:1.10.2017)

Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu. M. 2006. Kızılçamın (*Pinusbrutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OGEM-VAK İşletme Müessesesi, Ankara.

Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma OGEM-VAK İşletme Müessesi ISBN:978-975-93943-8-7. İstanbul.

Erkan, N. 1996. Kızılçamda (*Pinusbrutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simulasyonu. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, 148 sayfa, Elazığ.

Erten, P., Önal, S. 1987. Kızılçam odunun özellikleri, korunması, reçine üretimi ve kullanım yerleri. In: Öktem, E. (Eds.). Kızılçam. Ormancılık Araştırma Enstitüsü El Kitabı Dizisi No:2:171-182, Ankara.

FAO, 2015. Global ForestResourcesAssessment.Rome.

Fox, T. R.,Jokela, E. J., Allen, H. L., 2007. The Development of PinePlantationSilviculture in theSouthern United States*Journal of Forestrypp 337-347.*

Koski, V.,Antola, J. 1993. TurkishNationalTreeBreedingandSeedProduction Program forTurkey (1994-2003), Cooperatedwith ENSO Forest Development Inc. andForestTreeSeedsandTreeBreedingInstitute, 49 pp, Ankara.

Li, B.,McKeand, S., Weir, R., 1999. TreeImprovementandSustainableForestry-Impact of TwoCycles of LoblollyPineBreeding in the U.S.A Forest Genetics 6(4):229-234 pp.

OGM, 2016-a. Stratejik Plan (2017-2021).Ankara.

OGM, 2016-b. Ormancılık İstatistikleri. https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/Forms/AllItems.aspx (Erişim tarihi: 1.10.2017)

Ormancılık ve Su Şurası, 2017 http://sura.ormansu.gov.tr/sura/AnaSayfa/Surabelgeleri.aspx?sflang=tr (Erişim Tarihi:1.10.2017)

Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A. G., Sabuncu, R., Derilgen, S. I., Çalışkan, B. 2008. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonu'nda (0-400 m) Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.) Döl Denemeleri (8. Yaş Sonuçları). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:18, 122 sayfa, Ankara.

Ruotsalainen, S. 2014. Increased forest production through forest tree breeding. Scandinavian Journal of Forest Research, 29 (4): 333–344pp.

Şıklar, S., Öztürk, H. 2009. Türkiye'de Odun Hammaddesi Üretiminin Artırılması Açısından Kızılçam (*P.brutia* Ten.) Endüstriyel Plantasyon Ormancılığı, Orman Mühendisliği, sayı:7-8-9, sayfa 26-29, Ankara.

Şıklar, S., Öztürk, H., Alan, M., Velioğlu, E. 2015. Türkiye Ormancılığında Tohum ve Ağaç Islahı Çalışmalarının 50 Yıllık Serüveni: Bir Başarı Öyküsü, Orman ve Av, sayı: 1, sayfa: 25-33, Ankara.

Usta, H. Z. 1991. Kızılçam (*Pinusbrutia* Ten) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 219, 139 sayfa, Ankara.

United Nations, 2017. World Population Prospects. New York.

White, T. L., Huber, D., A. And Powell, G., L. 2003. Third-cyle breeding strategy for slash pine by the cooperativere search program. In: Proceeding of 27th SFTIC. McKinley G.R.

White, T.L., Adams, W.T., Neale, D.B. 2007. Forest Genetics. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, pp. 682.

White, T.,Davis, J., Gezan, S., Hulcr, J., Jokela, E., Kirst, M., Martin T. A., Peter, G., Powell, G., Smith, J. 2014. Breeding for value in a changing world: past achievements and future prospects. New Forest (45):301-309pp.

TÜRKİYE'DE AĞAÇLANDIRMA, EROZYON KONTROLU, MERA ISLAHI VE ORMAN REHABİLİTASYONU UYGULAMALARININ SON ELLİ YILININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Ahmet Tolunay
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi 32260 Çünür ISPARTA
ahmettolunay@sdu.edu.tr

ÖZET

Orman varlığımız 1973 yılında 20 199 296 hektardır. Bu varlığın 1999 yılından itibaren artmaya başladığı, 2015 yılına kadar 2 143 639 hektar artış yaparak 22 352 935 hektara ulaştığı görülmektedir. Acaba, orman varlığımızın artış nedeni gelişen teknoloji ile orman alanlarının sınırlarının belirlenmesinde geçmişte yaptığımız hataların giderilmesi ile doğru ölçüm yapmamız mıdır? yoksa ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve ilk olarak 1998 yılında başladığımız özellikle 2006-2012 yılları arasında yüksek gerçekleşme rakamları ile uygulanan orman rehabilitasyonu çalışmaları mıdır? Bu bildiride Türkiye'de ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve orman rehabilitasyonu uygulamalarının son elli yılının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Orman kaynakları, ormancılık, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı, orman rehabilitasyonu, Türkiye.*

EVALUATION OF AFFORESTATION, EROSION CONTROL, RANGE IMPROVEMENT AND FOREST REHABILITATIONAPPLICATION IN TURKEY: FIFTY YEARS REVIEW

ABSTRACT

Our forest existence was 20 199 296 hectares in 1973. It is seen that this asset has increased from 2,133,639 hectares by 2015 to 22,352,935 hectares, which started to increase since 1999. Hopefully, we should make an accurate measurement of the increase of our forest existence by determining the boundaries of the forest areas by developing technology and eliminating the mistakes we made in the past. Is forestation, erosion control, pasture rehabilitation and forest rehabilitation studies first implemented in 1998, particularly between 2006 and 2012 with high realization figures? In this lecture, evaluation of the last fifty years of forestation, erosion control, pasture rehabilitation and forest rehabilitation in Turkey has been done.

Keywords: *Forest resources, forestry, afforestation, erosion control, rangeland rehabilitation, forest rehabilitation, Turkey.*

1. GİRİŞ

Bugün ülkemizde, doğal kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına çalışılmaktadır. Doğal kaynaklar denilince; tarım alanları, meralar, ormanlar ve su kaynakları ilk akla gelen kaynaklar olmaktadır. Günümüzün bilimsel çalışmaları kaynak kullanımı üzerinde yoğunlaşmış olup kaynakların kullanımında; verimlilik *(productivity),* dengelilik *(stability),* sürdürülebilirlik *(sustainability)* ilkelerinin temel politika olarak izlenmesi benimsenmiştir.

Orman kaynakları, verimli kullanılması gereken kaynaklar arasındadır. Öte yandan orman kaynakları, bu kaynağa sahip olan ülke için taşıdığı önem kadar, bozulan dünya dengesi ve artan çevre sorunları nedeniyle stratejik bir kaynak konumuna gelmiştir. Doğal dengenin bozulmasını ve ormanların azalmasını geç de olsa fark eden ülkeler, hükümet programlarında bu sorunların çözümünü sağlayacak çalışmalara yer vermeye ve özellikle ormancılık politikalarını yeniden gözden geçirmeye başlamışlardır.

Günümüzde orman kaynakları, ülke ve sınır tanımaz bir kaynak konumuna gelmiştir. Bu gerekçe ile uluslararası alanda faaliyet gösteren birçok resmi ve gönüllü kuruluş, orman kaynaklarının azalması ve çevre bozulmasının önüne geçilmesi için, çeşitli çalışmalar yapmaya başlamışlar ve bu çalışmaları çeşitli programlar ve projeler altında çeşitli ülkelerde yaygınlaştırmışlardır (Arnold, 1991).

Türkiye orman varlığını önemseyen ve koruyan ülkelerin başında gelmektedir. İstatistikler, Türkiye Orman Varlığının gelişimi ile ilgili olarak Tablo 1'de verilen rakamları sunmaktadır.

Tablo 1. Türkiye Orman Varlığı ve yıllar itibariyle gelişimi (OGM, 2016)

ORMAN FORMU - FOREST FORM	TOPLAM		NORMAL		BOŞLUKLU KAPALI	
	Hektar	%	Hektar	%	Hektar	%
1973	20 199 296	100	8 856 457	44	11 342 839	56
KORU ORMANI	10 934 607	54	6 176 899	31	4 757 708	23
BALTALIK ORMANI	9 264 689	46	2 679 558	13	6 585 131	33
1999	20 763 248	100	10 027 568	49	10 735 680	51
KORU ORMANI	14 418 340	69	8 237 753	40	6 180 587	29
BALTALIK ORMANI	6 344 908	31	1 789 815	9	4 555 093	22
2005	21 188 747	100	10 621 221	50	10 567 526	50
KORU ORMANI	15 439 595	73	8 940 215	42	6 499 380	31
BALTALIK ORMANI	5 749 152	27	1 681 006	8	4 068 146	19
2009	21 389 783	100	10 972 509	51	10 417 274	49
KORU ORMANI	16 305 210	76	9 494 322	44	6 810 888	32
BALTALIK ORMANI	5 084 573	24	1 478 187	7	3 606 386	17
2010	21 537 091	100	11 202 837	52	10 334 254	48
KORU ORMANI	16 662 379	77	9 782 513	45	6 879 866	32
BALTALIK ORMANI	4 874 712	23	1 420 324	7	3 454 388	16
2012	21 678 134	100	11 558 668	53	10 119 466	47
KORU ORMANI	17 260 592	79	10 281 728	47	6 978 864	32
BALTALIK ORMANI	4 417 542	21	1 276 940	6	3 140 602	15
2015	22 342 935	100	12 704 148	57	9 638 787	43
KORU ORMANI	19 619 718	88	11 919 061	54	7 700 657	34
BALTALIK ORMANI	2 723 217	12	785 087	3	1 938 130	9

Türkiye orman varlığı2015 yılında 22 352 935 hektar olarak belirlenmiştir.1973, 1999, 2005, 2009, 2010, 2012 ve 2015 yıllar itibariyle orman varlığımızın artış miktarları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de verilen rakamlara göre 1973 yılı orman varlığımız 2015 yılındaki orman varlığı rakamı ile kıyaslandığında +2 143 639 hektarlık bir artış olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2. Türkiye Orman Varlığının yıllar itibariyle artışı (OGM, 2016)

ORMAN VARLIĞI VE ARTIŞI/YILLAR	1973	1999	2005	2009	2010	2012	2015
ORMAN VARLIĞI ARTIŞI (HA)	-	+ 563 952	+ 425 499	+ 201 036	+ 147 308	+ 141 043	+ 664 801
ORMAN VARLIĞI (HA)	20 199 296	20 763 248	21 188 747	21 389 783	21 537 091	21 678 134	22 342 935

Yıllar itibariyle incelendiğinde 1973-1999 yılları arasında +563 952 hektar, 1999-2005 yılları arasında +425 499 hektar, 2005-2009 yılları arasında +201 036 hektar, 2009-2010 yılları arasında +147 308hektar,2010-2012 yılları arasında +141 043hektar, 2012-2015 yılları arasında +664 801 hektar artış olduğu görülmektedir.

Bu bildiride ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve orman rehabilitasyonu uygulamalarının son elli yılının değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. AĞAÇLANDIRMA, EROZYON KONTROLU, MERA ISLAHI VE ORMAN REHABİLİTASYONU UYGULAMALARINDA KRONOLOJİK SAPTAMALAR

ORMANCILIĞIMIZ: Başlangıçtan 1969 yılına kadar

Ülkemizdeki *insan-orman* ilişkilerindeki gelişmeler, dünyanın diğer ülkelerindeki gelişmeler ile benzer nitelikler taşımaktadır. Anadolu toprakları üzerinde yeşeren uygarlıklar, ülke ormanlarını uzun yıllar çeşitli amaçlar için kullanmıştır. Bu kullanımlar, genellikle *serbest ve gelişigüzel yararlanmalar* şeklinde olmuştur.

Anadolu daha tarih öncesinde, geniş ormanlardan arınmış ve ormanların yok edildiği yerlerde, yine aynı ortam içerisinde bulunan bazı otsu bitki tohumları, özellikle buğdaygil ve baklagil bitkileri kültüre alınmıştır. Bu şekilde tarla kültürlerine dayanan tarımsal üretim doğmuştur. Anadolu insanı, bütün tarih çağları

içinde *rençper(çiftçi=farmer)* sıfatıyla, tarım ve hayvancılık ile uğraşarak varlığını sürdürmüş ve geçimini sağlamıştır (Tunçdilek, 1978). Öte yandan, bu uğraşlar içerisinde *Anadolu İnsanı,* gereksinim duyduğu yapacak *ve yakacak odunu* ülke ormanlarından serbestçe yararlanarak temin etmiştir.

Birçok uygarlık döneminde olduğu gibi, ormanlardan yapılan aşırı ve düzensiz yararlanmalar *Osmanlı İmparatorluğu* döneminde de devam etmiştir. Devletin ormanlara yönelik ilgisi *tersane, tophane ve darphane gibi kurumlar ile saray ve diğer kamu yapılarının gereksinmelerinin karşılanmasını güvence altına almak* amacıyla ortaya çıkmıştır (Evcimen, 1978). Devlet tarafından sınırlandırılan alanlar dışında kalan ormanlarda, *Cibal-i Mubaha* anlayışı ile yararlanma serbest bırakılmıştır.

Osmanlı İmparatorluğu döneminin 1550-1600 yılları arasında, Anadolu 'da çeşitli *ayaklanmalar ve isyanlar* olmuştur. Bu isyan ve ayaklanmalardan zarar gören halk, o günkü koşullar içerisinde yaşamını sürdürdüğü köy ve kasabaları terk ederek, Anadolu içlerine ve özellikle kendini güvende hissedebileceği *orman alanları içerisine* göç etmiştir (Anıl,1974). Osmanlı İmparatorluğu döneminde ormanlardan düzensiz yararlanmanın önlenmesine yönelik çabalar, 1839 yılında *Tanzimat Fermanı* ' nın ilanı ile başlamıştır (Özdönmez ve Arkadaşları, 1989).

1858 yılında Kanunname-*i Arazi* ile orman alanlarına ilişkin ilk hukuksal düzenlemeler yapılmıştır. Bu kanun ile ormanlar; *Miri Ormanlar, Cibali Mubaha Ormanları, Köy ve Kasabalara Mahsus Ormanlar* olarak ayrıma tabi tutulmuş; *Miri Ormanlar* ve *Cibali Mubaha Ormanları* 'nda kimseye tapu verilemeyeceği ve özel mülkiyete konu edilemeyeceği, ormanlarda zaman aşınımına itibar edilemeyeceği esasları getirilmiştir (Eryılmaz ve Tolunay, 2015).

1870 yılında ilk yazılı ormancılık mevzuatı olan *"Orman Nizamnamesi"* yürürlüğe girmiştir. Bu kanun, ilk yazılı ormancılık mevzuatı olma ve herkesin serbestçe faydalandığı *"Cibali Mubaha Ormanlarını"* devlet mülkiyetine katması özellikleri ile önemli bir kanundur. Buna karşılık kanun, devlet ormanlarından köy kasaba halkının kişisel ihtiyaçları ve pazar satışları için, belirli kayıtlara bağlı olarak bedelsiz yararlanmayı kabul etmiştir. Böylece *1870 Orman Nizamnamesi*, ülkemizde *düzensiz ağaç kesimi evresini sona erdirmeyi hedefleyen* ilk yasal düzenleme olmuştur.

Fransa 'dan gelen uzmanların katkılarıyla *ormancılık eğitiminin başlatılması, örgütsel yapının iyileştirilmesi ve ormancılığın planlı işletmecilik şeklinde yapılmasına yönelik düzenlemeler* zaman içerisinde gelişme göstermiştir. Ormancılık eğitimine önce 1892 'de *"Halkalı Ziraat Okulu"*nda, daha sonra 1909 'da *Hoca Ali Rıza Efendi*'nin çabası ile Bahçeköy 'de kurulan *Yüksek Orman Okulu (Orman Mektebi Alisi)* 'nda devam edilmiştir (İnal, 1968; Evcimen, 1978; Eryılmaz, 1993). Ayrıca, 1917 yılında devlet ormanlarının işletme planlarına göre işletilmesini

zorunlu hale getiren, *"Ormanların Usulü İdare-i Fenniyeleri Hakkında Kanun* "un yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun yürürlüğe girmesi ile Adapazarı İli Hendek İlçesi *"Set Köyü"* civarındaki ormanların amenajman planı yapılmış ve bu plan ülkemizin ilk orman amenajman planı olmuştur (Eraslan, 1992).

1920 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'nin kuruluşu ile ulusal kurtuluş mücadelesi verilirken, halkın orman alanlarından yararlanmasını düzenlemek için ormancılık konusuna da ilgi gösterilmiş, *39 Sayılı Baltalık Kanunu* ile orman köylerine hane başına *2'şer* ha baltalık verilmesi öngörülmüştür (Eryılmaz ve Tolunay, 1015).

Cumhuriyetin ilanından sonra ormancılık alanında yapılan yasal düzenlemeler; *"484 Sayılı Devlet Ormanlarından Köylülerin İntifa Kanunu"* ve *"504 Sayılı Türkiye 'de Mevcut Bilumum Ormanların Fenni Usulü İdare ve İşletilmeleri Hakkında Kanun'*larolarak kendilerini göstermiştir. *484 Sayılı Kanun* ile *1870 Orman Nizamnamesi* 'ne dönülmüş, *504 Sayılı Kanun* ile devletin dışındaki kişi ve kuruluşlara ait ormanlardan yapılan yararlanma düzene sokulmak istenmiştir. Bu girişimler devletin, bir yandan kendi mülkiyetindeki ormanları tekniğinin gereklerine uygun biçimde işletmeyi hedeflediğini, diğer yandan devletten başkasına ait ormanlarda yapılan yararlanmanın, düzenlenmesine yönelik kurallar getirdiğini göstermektedir. Ancak devlet, kendi ormanlarından düzenli yararlanmayı sağlayamadığı gibi, kendi mülkiyeti dışındaki ormanlar üzerindeki denetleyici gücünü istediği biçimde kullanamamıştır. *504 Sayılı Kanun* ile getirilen hususlar, 1925 yılında çıkartılan *526 Sayılı Kanun* ile hafifletilmiştir (Özdönmez ve Arkadaşları, 1989).

1937 yılı ormancılıkta yasal ve örgütsel açıdan önemli düzenlemelerin yapıldığı bir yıldır. Bu düzenlemeler;*"3116 Sayılı Orman Kanunu"*, *"3204 Sayılı Orman Umum Müdürlüğü Teşkilat Kanunu" ,"3157 Sayılı Orman Koruma Teşkilatı Kanun'*ları ile kendini göstermiştir (Kaygancıoğlu ve Arkadaşları, 1976). *3116 Sayılı Orman Kanunu* ile ormanlar, ulusal ekonominin önemli kaynaklarından biri olarak kabul edilmiş, devlet ormanlarının bütün toplumun yararına olacak şekilde devlet tarafından işletilmesi öngörülmüş, devletten başkasına ait ormanlar üzerinde devletin gözetim ve denetiminin sağlanması hedeflenmiştir. *3204 Sayılı Kanun* ile 1839 yılında kurulan ormancılık örgütüne, *Genel Müdürlük* düzeyinde hükmi şahsiyet verilmiştir. Ormancılığın gelişim evreleri açısından, burada vurgulanacak nokta *3157 Sayılı Kanun* ile kurulan, *"Orman Koruma Teşkilatı"* olmaktadır. Bu kanun ile ülke ormanlarının kolluk kuvvetle korunması hedeflenmiş ve bu görev *"orman koruma kıtalarına"* verilmiştir(Eryılmaz ve Tolunay, 1015).

3116 Sayılı Orman Kanunu devlet ormanlarının sınırlarının belirlenmesi maksadıyla, kadastro çalışmalarının başlatılmasına yönelik hükümlere de yer vermiştir. Böylece devlet, düzenli ve planlı ormancılığın *sahibi ve sınırları belirli*

alanlarda yapılmasını hedeflemiştir. *3116 Sayılı Orman Kanunu*'nun getirdiği devlet mülkiyeti ve işletmeciliği görüşü, 1945 yılında çıkartılan *4785 Sayılı Kanun* ile daha da ağırlık kazanmış ve bazı istisnalar dışında bütün ormanlar devlet mülkiyetinde toplanmıştır. Ancak çıkan tepkiler üzerine, 1950 yılında yürürlüğe konulan *5658 Sayılı Kanun* ile devletleştirilen ormanlardan bir kısmının sahiplerine geri verilmesi hedeflenmiştir (Eryılmaz ve Tolunay, 1015).

İlk orman amenajman planının 1917 yılında yapılmasından sonra, ülke ormanlarının amenajman planları ile işletilmesine yönelik çalışmalar, 1946 yılında sonuç vermiş ve tüm ülke ormanlarının *"I. Devre Orman Amenajman Planları"* hazırlanmıştır. Bu planlama çalışmaları sonucunda, Türkiye Orman Varlığının *10.2 milyon* hektar olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç, ülkenin düzenli ve planlı ormancılığa geçişinde önemli bir aşamadır (Eraslan, 1992).Zira 1952 yılında ilk ormancılık araştırma biriminin Bolu 'da kurulması ve bu birimin 1955 yılında Ankara'ya taşınarak *"Ormancılık Araştırma Enstitüsü"* haline dönüşmesi ve ilk defa tüm ülke ormanlarının amenajman planlarının yapılması, ormancılığın araştırma ve uygulama olarak *teknik ormancılığa* yöneldiğini göstermektedir. Ayrıca, ilk defa *"Türkiye Ağaçlandırma Teknik Kongresi'*nin 1955 yılında Ankara 'da yapılması, *teknik ormancılığa* yönelişin diğer bir göstergesidir (Tolunay,1998).

1956 yılında, *"6831 Sayılı Orman Kanunu"* yürürlüğe girmiştir. *6831 Sayılı Orman Kanunu*, daha önce yürürlükte olan *3116 Sayılı Orman Kanunu* ve bu kanuna ek olarak hazırlanan *5653 Sayılı Orman Kanunu* ile getirilmiş olan ormancılık politikası esaslarını aynen benimsemiştir.

1960 yılında ülkenin siyasi bünyesinde meydana gelen değişikliğin sonucunda, yeni bir anayasa hazırlığına girişilmesi, ormancılıkla ilgili konular üzerinde yeniden durulmasına olanak sağlamıştır (İnal, 1971). 15.10.1961 tarihinde yürürlüğe giren yeni anayasanın; 37, 38 ve 137 'nci maddeleri ormancılığa ilişkin hükümleri içermektedir.

1963 yılında planlı kalkınma dönemine geçilmesi ile birlikte, orman amenajman planlarının 10 yılda yenilenmesi hedeflenmiş ve 1963-1972 yılları arasında tüm ülkenin orman amenajman planları hazırlanarak bu hedefe ulaşılmıştır (Eraslan, 1992).

Başlangıçtan 1969 yılına kadar Türkiye Ormancılığı, aşağıdaki dönüm noktalarından geçmiştir;

- 1937 yılına kadar, ormanlardan düzenli yararlanmayı sağlamaya çalışan politikalar izlenmiş olmasına rağmen, "Cibali Mubaha" zihniyeti ile ormanlardan serbestçe yararlanmanın önüne geçilememiştir. 1937 yılında çıkarılan kanunlarla, "koruma ormancılığı" ağırlıklı bir ormancılık uygulanmaya başlanmıştır.

- Koruma ormancılığı etkili sonuçlar vermiş, orman kanunlarının yasak saydığı fiilleri işleyenler cezalandırılmıştır. Fakat 1950 ve 1958 yıllarında çıkarılan af kanunları ile, koruma ormancılığından sapmalar olmuştur.
- 1950'lili yıllardan itibaren teknik ormancılığa doğru yöneliş hız kazanmıştır.
- Orman köylerinin ormanlardan yararlanma haklarının kabul edilmesine, özellikle yapacak ve yakacak ihtiyaçlarının karşılanması yönünde yasal düzenlemeler yapılmasına rağmen kaçakçılık, açmacılık, otlatma, gibi suçlar her dönem işlenmiş ve önlenememiştir.
- İlki 1970 yılında 1255 Sayılı Kanun ile 1961 Anayasası'nda yapılan değişiklik, diğeri 1981 Anayasası'na getirilen hükümler gereği, açmacılık yapılan alanların orman sınırları dışına çıkarılmasına olanak tanınmıştır.Böylece düzensiz ağaç kesimi evresinin yaşandığı devlet tarafından kabul edilmiştir.
- Ormanın tanımında ve orman sınırları dışına çıkarma ile ilgili maddelerde sık sık değişiklikler yapılması nedeniyle, orman kadastrosu çalışmaları bitirilememiş, kadastro-mülkiyet sorunları içinden çıkılamaz bir hale gelmiştir.
- Planlı, teknik ve rasyonel ormancılık yapılması yönünde çabalar gösterilmesine rağmen, inişli çıkışlı ormancılık politikalarının izlenmesi, teknik ormancılık anlayışının yerleşmesini engellemiştir.
- Ülkenin gelişmekte olan bir ülke olması, kırsal nüfusun aşırı kalabalıklığı, nüfusunun büyük bir kısmının tarımsal üretimden gelir sağlaması ve orman köylerinde yaşayan insanların orman kaynaklarına bağımlılığı, ormancılık uygulamalarının şekillenmesinde ve ormancılık örgütünün hangi görevleri üstleneceğinin belirlenmesinde etkili olmuştur (Tolunay,1998).

1969 YILI: Orman Bakanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü kuruluyor

1969 yılı, Türkiye Ormancılığında örgütsel açıdan önemli gelişmelerin yaşandığı bir yıldır. Zira bu yıla kadar, Türkiye 'deki ormancılığın sorunları Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesinde çözülmeye çalışılmıştır. Bu nedenle 1969 yılında, *"Orman Bakanlığı"* ile birlikte *"Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü* (AGM)"nün kuruluşu yapılmıştır.

1969 yılında ilk kuruluşu gerçekleştirilen Orman Bakanlığı, kapatıldığı yıl olan 1981 yılına kadar, AGM; ağaçlandırma-erozyon kontrolü -mera ıslah projeleri ile teknik içeriği olan uygulamalar yapmıştır.

Ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve mera ıslahı çalışmalarının planlama, etüt ve proje yapımı açısından en başarılı dönemi Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün ilk kuruluşunun gerçekleştiği 1969'den itibaren başlar. Orman

Bakanlığı'nın *ilk kez* kapatıldığı yıla kadar AGM'ninplanlama, etüt ve proje çalışmaları zirve yapmıştır. Bu genel müdürlükten kalan **"ağaçlandırma avan projeleri"** hala en kıymetli belge ve dokümanlar olarak durmaktadır.

1981 YILI: Orman Bakanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü kapatıldı

1981 yılında, *"2384 Sayılı Orman Bakanlığının Tarım Bakanlığına Devri Hakkında Kanun"* ile Orman *Bakanlığı* kapatılmış ve AGM'nin görevleriOrman Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir.

1980'Lİ YILLARIN ORTALARI: Ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarında durum tespiti

Bu tarihlerde Türkiye 20 199 296 ha orman alanına sahip bir ülkedir. Bu orman alanının %44 'ü (8.8 milyon ha) verimli ve normal kuruluşta, geriye kalan orman alanları ise, verimsiz ve bozuk yapıdadır. Diğer bir deyimle 20 milyon ha orman alanının %56'sını oluşturan 11,3 milyon ha orman vasıfsız ve niteliksizdir. Orman alanının yarıdan fazlasını (%56) oluşturan bu alanlarda, üretim faktörleri atıl ve boş kapasite de yatmaktadır. Bozuk orman alanlarının 7,5 milyon hektarı, ağaçlandırma ile ormancılık üretimine sokulabilecek niteliktedir. Normal kuruluşta olan 8,8 milyon ha orman alanının 6,2 ha verimli koru ormanı olup, genel orman alanının % 30,5 'ini oluşturmaktadır. Bu rakam Türkiye'de ormancılık üretiminin yapıldığı orman alanını oransal olarak vermektedir. Yani ormancılık üretimi gerçek anlamda, ülke genel alanının ancak 1/3 'ü kadar bir alanda yapılmaktadır. (DPT V. Beş yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Ö.İ.K. Raporu, 1985).

Normal kuruluşta görülen 1,9 milyon ha orman alanı da, ağaçlandırmaya konu olacağından, orman rejimi içerisinde yer alan 13,2 milyon ha alan, ağaçlandırma objesi olup, bu alanın 10 milyon ha 'ı fiziki bakımdan ağaçlandırılabilecek niteliktedir (Ürgenç ve Boydak, 1985). Bunların yanında, orman rejimi dışında kalan 6 milyon ha arazi, orman dışı ağaçlandırmalara söz konusudur. Böylece toplam olarak 20 milyon ha bulan, atıl ve boş kapasitedeki bu alanlar ülke ekonomisi açısından üretim kaybı olduğundan, ağaçlandırılma zorunluluğu vardır.

Türkiye genel alanının 1/5 'ini oluşturan potansiyel ağaçlandırma alanlarının ağaçlandırma çalışmaları ile ormancılık üretimine sokulma gerekçesi, bu alanların sadece atıl ve boş kapasitede olması değildir. Ülkemizde ağaç ve orman kaynakları günden güne azalmakta ve bozulan doğal denge nedeniyle hızla çölleşmeye doğru gidilmektedir. Erozyonla her yıl 460 milyon ton toprak denizlere taşınmaktadır. Bu

nedenle, ağaçlandırma çalışmaları ile birlikte, erozyon kontrolü çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bu konuların içerisine, sahipsiz görünümdeki mera alanlarının sorunları da dahil edildiğinde; ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve mera ıslah çalışmalarının genel çerçevesi ve ülke için gerekliliği ortaya çıkacaktır. Yılda 1 milyar fidan üretimi ve 300 000 ha ağaçlandırma yapılması temel politika olarak kabul edilse bile, verimsiz orman alanlarının ağaçlandırılması en az 66 yıl sürecektir (Tolunay, 1987).

Orman Bakanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün yeniden kurulduğu 1991 yılına kadar 1946-1991 yılları arasında ağaçlandırılan alan miktarı 1 550 511 hektardır (OGM, 2016).

1991 YILI: Orman Bakanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü yeniden kuruldu

1991 yılında, *9/8/1991 Tarihli 442 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname* ile Orman Bakanlığı *ikinci kez* kurulmuştur. Bakanlık bünyesinde ana hizmet birimleri olarak:*Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolu Genel Müdürlüğü yerini* almıştır.

Ülke ekonomisi 1980 'li yıllardan sonra yeni bir yapılanma süreci içerisine girmiştir. Bu süreç istikrarlı bir çizgi üzerinde yürümediğinden, çeşitli ekonomik sıkıntılarla karşılaşılmıştır. Devlet ancak *cari giderlerini* karşılayabilmiş, yatırımlar için kaynak bulmakta zorlanmıştır. Ormancılık birimleri, yaşanılan ekonomik krizden etkilenmiştir. Örneğin; *vergi gelirlerinden beslenen genel bütçe kaynakları, ağaçlandırma çalışmalarına* aktarılamamıştır. Devlet harcamaları ve yatırımlardaki öncelik sırası, ormancılık alanına kaynak aktarımını engellemiştir. Bu nedenle ormancılık yatırımlarında ***finansman*** sıkıntısı çekilmiştir. Yatırımlar için gerekli finansmanın sağlanamaması nedeniyle AGM, bu dönemde verimli ve etkin çalışamamıştır.

1995 YILI: 4122 Sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu

Bu dönemde Türkiye orman varlığını artırma, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve rehabilitasyon çalışmalarının inişli-çıkışlı dönemler yaşamaktadır. Bu iniş ve çıkışların nedenleri arasında bu yatırımlar için gerekli finansman kaynağının olmayışı önemli bir yere sahiptir. Devlet büyük ekonomik sıkıntılar yaşadığı ve cari giderlerini bile karşılayamadığı dönemlerde, ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve orman rehabilitasyonu çalışmalarına finansman ayıramamıştır. Bu duruma 1995 yılında yaşanılan ekonomik kriz örnek olarak gösterilebilir. O dönemin idealist yöneticileri bu finansman krizini*"4112 sayılı Milli*

Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu" aşmaya çalışmış ve belli ölçülerde de başarılı olunmuştur.

1990'LI YILLARIN ORTALARI: Ülkenin yeni dinamiklerinin farkına varılıyor

1990'lı yıllara gelindiğinde ülke ormancılığının bu güne kadar bilinmeyen yeni dinamikleri ve dengeleriyle karşılaşılmıştır. Bunlar özetlenecek olursa; *ağaçlandırılacak potansiyel alanın kalmaması ya da azalması, potansiyel alan olarak sadece üzerinde sosyal baskı olan sahaların kalmış olması ya da ağaçlandırılacak potansiyel alanların 100-200 hektarlık küçük alanlar halinde olması nedeniyle ağaçlandırma yapmanın zor olacağı şeklindedir.* Ağaçlandırılacak potansiyel alanların milyon hektarlar ile ifade edilmesine rağmen gelinen nokta ilginçtir. Bunun nedeni, Türkiye kırsal yöresinin; insanları ile sosyal, siyasal, ekonomik ve kültürel özellikleri açısından, doğal varlıklar olarak tarımsal araziler, meralar, ormanlar, su kaynaklarının değişmesidir.

Bu yıllar için; ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve mera ıslah çalışmaları hakkında şu durum tespitleri yapılmıştır.

- Klasik ağaçlandırma anlayışı ile düşünüldüğünde, sosyal baskıdan uzak potansiyel ağaçlandırma alanları AGM'yi birkaç yıl idare eder. Bu tarihten itibaren AGM'nin görevi biter. Fakat günümüz Türkiye'sinin geçekleri ile uyumlaştırılmış politika ve stratejiler geliştirilerek AGM'ye yeni çalışma anlayışı kazandırıldığında bu birimin ülkeye ne denli gerekli bir kurum olacağı ortaya çıkacaktır.
- Potansiyel ağaçlandırma alanlarına 1970'li yıllar gibi bakılamaz. Çünkü günümüzde bir ağaçlandırma projesi 5 000 hektar düzenlenmesine rağmen, 1 000 hektar bir ağaçlandırma uygulaması ile projenin kapatıldığına şahit olunmaktadır. Potansiyel ağaçlandırma alanlarının tespitine yönelik çalışma 1998 yılı içerisinde yapılmıştır. İleriye dönük politika ve stratejilerin geliştirilmesi için bu alanların sağlıklı bir şekilde projelendirilmesi gerekmektedir.
- Bugün kırsal yerleşim yerleri çevresinde, dağınık ve parçalı potansiyel ağaçlandırma alanları çoğunluktadır. Bu alanlar ağaçlandırılsa bile koruması zordur. Tel ihata ve bekçi ile koruma hem yetersiz ve hem de pahalı bir uygulamadır. Buna rağmen havza bütünlüğünü dikkate alan uygulamalarla bu alanları ağaçlandırmak mümkündür. Fakat yapılacak ağaçlandırmanın, havzanın diğer doğal kaynaklarını ve üretim dallarını geliştiren uygulamalarla desteklenmesi zorunludur (Tolunay, 1999).

1990'LI YILLARIN SONLARI: Havza Rehabilitasyon Projeleri

Ülkemizde kırsal yörelerin kalkınma sorunlarının *"kaynakların etkin ve verimli kullanımında"* yoğunlaşması, bu proje kapsamında yürütülen çalışmaların önemini ortaya çıkarmaktadır. Proje; kırsal kalkınma alanında yeni politika ve stratejilerin oluşturulmasına, kırsal alanda rasyonel arazi kullanımının sağlanmasına, kırsal yörelere hizmet götüren kurumların koordinasyonunun sağlanarak, bütünleşmiş kırsal kalkınma çalışmalarının yürütülmesine ilişkin son derece önemli deneyimler vermektedir. Bu projede, uygulama birimi olarak görev alan kurumların, projenin uygulandığı iller dışında da taşra birimleri bulunmaktadır. Bu kurumların ülkenin kendi potansiyeli *(personel, örgüt, finansman, vb. gibi)* ile bütünleşmiş kırsal kalkınma projelerinde bir araya gelerek uygulamalar yaptığına rastlanılmamaktadır. Ayrıca her kurum kendi çalışma alanında yaptığı uygulamalar, diğer kurumların yaptığı çalışmalarla bütünlük sağlamamaktadır.

Türkiye'de *ağaçlandırma, fidanlık, silvikültür, mekanizasyon, kırsal kalkınma ve sosyal ormancılık, vb gibi alanlarda* teknoloji ve bilgi transferi, araç ve donanım girdisi ve uzman personel yetiştirilmesi amacıyla çeşitli dış kaynaklı projeler uygulanmaktadır. 1993 yılında su havzalarının rehabilitasyonu, ormansızlaşma ve çevre bozulmasının önlenmesi amacıyla; *projetanımlaması, planlama ve projelendirmede kullandıkları teknikler, yürütme ve uygulama şekli, izleme ve değerlendirme yöntemleri* açısından sağlam temellere oturtulduğu gözlenen bir projenin uygulamaya konulduğu gözlenmektedir. Bu proje *"Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi* (DASHRP)*"*dir.

Bu yıllardaDASHRP; ülkede özel çalışma alanı kırsal kalkınma olan, fakat çeşitli nedenlerle etkin ve verimli hizmet veremeyen devlet kuruluşlarını bir araya getirmek suretiyle, entegre kırsal kalkınma çalışması yapmak gibi önemli bir fonksiyonu üstlenmiştir. Projenin planlama ve uygulama bazı olarak, ana havzalar içerisinde yer alan mikrohavzaları seçmesi ve başlangıçta 6 mikrohavzanın planlamasını yaparak, diğer mikrohavzaların planlamasını projede görev yapan kurumlara bırakması, gerek projenin ileriki yıllarında ve gerekse proje uygulamasının bitiminden sonra, ülkenin diğer bölgelerinde yapılacak kırsal kalkınma faaliyetlerinin yürütülmesine rehberlik edecek çeşitli modeller sunmuştur. Bu modeller, özellikle son yıllarda potansiyel ağaçlandırma alanı bulamadığı söyleyen AGM birimlerine yeni çalışma anlayışının kazandırılmasında öncülük edecektir. Böylece AGM; klasik ağaçlandırma projeleri yanında, mikrohavzalar bazında ormansızlaşma ve çevre bozulmasının önlenmesine yönelik havza ıslah çalışmalarını yapan bir kurum yapısına dönüşebilecektir (Tolunay, 2000).

2003 YILI: Orman alanlarının rehabilitasyonuna başlanıyor

Bu dönemde orman amenajman planlarında ağaçlandırılacak sahalar tablosunda yer alan ve potansiyel ağaçlandırma alanları olarak belirtilen sahalar için şu tespitler şu şekildedir.

- Geçmişte hazırlanan ağaçlandırma avan projeleri ve ağaçlandırma uygulama projeleri güncellikten uzaktır.
- Kırsal yerleşim yerleri çevresinde, dağınık ve parçalı potansiyel ağaçlandırma alanları çoğunluktadır. Bu alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmaları, orman ekosistemi bir bütün olarak ele alınarak yapılmadığı takdirde başarılı olunamaz.
- Orman köylerindeki nüfusun azalması ile birlikte, orman alanlarına yönelik baskılar azalmıştır. Bu alanların, geçmişte olduğu gibi klasik ağaçlandırma alanları olarak algılanması, sorunlara çözüm getirmeyecektir (Tolunay, 1999).

Ülkemizde ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve mera ıslah çalışmalarına ilişkin bu tespitlerin farkına varılamamış ve çalışmalar 2003 yılında klasik temposu ile devam etmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü 2003 yılında, verimsiz olarak nitelendirilen ve potansiyel ağaçlandırma alanı ayrılan bu alanların verimli hale getirilmesi için, orman kaynaklarının rehabilitasyonu (iyileştirilmesini) çalışmalarını başlatmıştır.

Rehabilitasyon kelime anlamı olarak iyileştirme anlamına gelmektedir. Mevcut olan bozuk orman alanlarını çeşitli yöntemlerden faydalanılarak verimli ormanlar haline dönüştürmeye çalışma işlemine ormanların rehabilitasyonu denmiştir.

3. SONUÇ

Rehabilitasyon kelime anlamı olarak iyileştirme anlamına gelmektedir. Mevcut olan bozuk orman alanlarını çeşitli yöntemlerden faydalanılarak verimli ormanlar haline dönüştürmeye çalışma işlemine ormanların rehabilitasyonudenmiştir.

Ülkemizde 1990'lı yıllara yapılan ormancılığın özellikleri şu şekilde sıralanmıştır (Tolunay, 1998):

- Ülkede ekonomik ve sosyal yapıda merkezi yönetim anlayışı hakimdir. Ülke ormancılık örgütleri, bu merkezin tek temsilcisidir. Ormancılık uygulamalarına ilişkin yetki ve sorumluluklar, bu merkezde toplanmıştır.

- Orman kaynakları temel olarak, ülkeye gelir sağlamak amacıyla işletilmektedir. Bu geliri elde eden kişi orman mülkiyetinin niteliğine göre; devlet, özel kişiler ya da kurumlar olabilmektedir.
- Orman kaynaklarından odun üretimi yapmak, orman işletmeciliğinin temel amacıdır. Bu ürünler ağırlıklı olarak; tomruk, maden direği, tel direk, sanayi odunu gibi ürünlerdir.
- Ormancılık çalışmaları ve uygulamaları geniş orman alanlarını kapsayacak şekilde ele alınmakta ve planlanmaktadır.
- Ormancılıkla ilgili kararlar, tek yönlü olarak alınmaktadır. Bu kararları alan kişi ya da kurumlar, devletin ormancılık uygulamalarını yapmakla görevlendirildiği temsilcileri olan ormancılık örgütleridir.
- Ormancılık uygulamaları mevzuat desteği ile, kırsal yöre halkının orman alanlarına karşı hareket ve davranışlarını denetim altına alınmasını hedeflemektedir. Bazen çok katı kuralları da kapsayabilen bu mevzuat, insanları birçok konuda sınırlamaktadır.
- Ağaçlandırma ve silvikültür tekniği açısından asli orman ağacı türlerine önem verilmekte ve mono kültüre gidilmektedir.

Bu gün ülke ormancılığında önemli gelişimler ve değişimler yaşanmış olup, bazılarını şu şeklide vermek mümkündür:

- Merkezi yönetim anlayışı kısmen terk edilmiştir. Yetki ve sorumluluklar ormancılık örgütü içinde belli ölçülerde alt kademelere dağıtılmıştır.
- Orman kaynaklarında yapılan üretimin sürdürülebilirliği *(sustainability)* esas alınmaya çalışılmaktadır. Tek bir idare süresi ile değil, orman kaynaklarının temel bileşenlerine zarar vermeden süreklilik içinde üretim ve faydalanma yapılmaya çalışılmaktadır.
- Ana orman ürünleri birlikte geniş kullanım alanı olan ve özellikle kırsal yöre halkının çeşitli gereksinimlerini karşılayan orman ürünlerinin üretimine yer verilmektedir. Üretimde ürün çeşitliliği vardır. Bu ürünler; *odun, yem, gıda gibi ürünler* olabilmektedir.
- Ormancılık çalışmaları küçük ölçekli alanlarda yapılmakta *mikroplanlamaya* önem verilmektedir.
- Ormancılık üretim süreci içinde yer alan ormancılık çalışmaları, belirli aşamalara ayrılmıştır. Ormancılık politikasının saptadığı hedeflere ulaşılırken, bu aşamalarda karşılaşılan darboğazlar aşılmaya ve sorunlar giderilmeye çalışılmaktadır.
- Ormancılık ile ilgili kararların alınmasında katılımcılık *(participation)* temel esastır. Katılımcı kişi ve kuruluşlar yerine göre; *üniversiteler, meslek örgütleri, gönüllü kuruluşlar (NGO) ve orman köylüleri* olabilmektedir.

- Kırsal yöre halkının orman alanlarına yönelik temel taleplerini karşılamayı amaçlayan ormancılık uygulamalarına yer verilmektedir.
- Asli orman ağaçlarına yer veren monokültür uygulamalarından çok, tür zenginliği ve biyolojik çeşitlilik sağlayan ormancılık uygulamaları yapılmaktadır.
- Ormanların yönetim ve işletmesinde, kırsal yöre insanların oluşturduğu kurum ve kuruluşlar da görev alabilmektedir.

Toplumun orman kaynaklarına yönelik taleplerini mümkün olduğu ölçüde karşılama sanatı olarak tanımlanan ormancılık; *barınma ve beslenme, düzensiz ağaç kesimi, ormanı koruma ve teknik ormancılık*olarak dört evreden geçerek günümüze gelmiştir (Özdönmez ve Arkadaşları, 1989).

Teknik ormancılık; sosyal, siyasal, ekonomik ve kültürel açıdan üstünlükleri olan gelişmiş ülkelerin ulaştığı ormancılık evresidir. Bu evrenin yaşandığı ülkelerde orman kaynakları, toplumdan gelen taleplere göre saptanmış ormancılık politikaları çerçevesinde işletilmektedir. Sahip olunan bilimsel bilgi birikimi ve teknolojik kolaylıklar, orman alanlarının sınırlarının belirlenmesini ve kadastro-mülkiyet sorunlarının kısa sürede çözümlenmesini sağlamıştır.

Türkiye'de ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı ve orman rehabilitasyonuuygulamalarının son elli yılıiçinde, ülkenin kalkınma çabalarıve teknik ormancılığa geçiş süreci görülmektedir. Ülke orman varlığının artış nedeni bu kapsamda incelenmeli ve değerlendirilmelidir.

Kaynakça

Anıl, Y., 1974. Orman Köylerinin Oluşumuna Tarihsel Açıdan Bakış, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Yıl: 1974, Cilt: 20, Sayı: 2, Ankara.

DPT. 1985. V. Beş yıllık kalkınma planı özel ihtisas komisyonu raporu. DPT Yayın No: 2006 Ö.İ.K. Yayın No:310, Ankara.

Eraslan, İ., 1992. Türkiye'de Orman Amenajmanı'nın Dünü Bugünü ve Yarını, Ormancılığımızda Orman Amenajmanı ' nın Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme Tebliği, T.C. Orman Bakanlığı OGM Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, Ankara.

Eryılmaz ,A.Y., Tolunay, A., 2015 Ormancılık Politikası. Fakülte Kitapevi, Isparta.

Eryılmaz, A. Y., 1993. Ormancılık Öğretimi ve Bu Konuda Yapılmış Olan Yayınlar, I. Ormancılık Şurası, T.C. Orman Bakanlığı Yayınları, Cilt: II, Seri: 13, Yayın No: 006, Ankara.

Evcimen, B. S., 1978. Türkiye ' de Orman Amenajmanı ' nın Gelişimi (I. Bölüm: İmparatorluk Dönemi), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2403, Or. Fak. Yayın No: 249, İstanbul.

İnal, S., 1968. Türkiye'de Ormancılık Yüksek Öğretimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1270, Or. Fak. Yayın No: 123, İstanbul.

İnal, S., 1971. Türkiye'de Anayasa-Ormancılık İlişkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:1647, Or. Fak. Yayın No:171, İstanbul.

Kaygancıoğlu ve Arkadaşları, 1976. Orman Kanunu İle İlgili Mevzuat, Olgaç Matbaası, Ankara.

OGM, 2016. Ormancılık İstatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx Erişim Tarihi: 05 Eylül 2017

Özdönmez, M., İstanbullu, T., Akesen, A., 1989. Ormancılık Politikası, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3553, Or. Fak. Yayın No: 401, Taş Matbaası, İstanbul.

Tolunay, A. 1998. Sosyal Ormancılık ve Türkiye Açısından Önemi, Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tolunay, A., 1987. Özel Orman İşletmeciliği ve Özel Ağaçlandırmalar (Çal Örneği), Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tolunay, A., 1999. Ağaçlandırma Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Geleciğine İlişkin Görüşler, AGM Bülteni, Ağustos, Sayı: 69, Ankara.

Tolunay, A., 2000. Havza Rehabilitasyon Projeleri,Yeşil Türkiye Dergisi, Temmuz-Ağustos, Sayı: 558, Ankara.

Tunçdilek, N., 1978. Türkiye'nin Kır Potansiyeli ve Sorunları, İ.Ü. Yayın No: 2364, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 96, Edebiyat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Ürgenç, S. ve Boydak, M., 1985. Türkiye'de Orman İçi ve Orman Dışı Ağaçlandırma Çalışmalarının Bugünkü Durumu ve Hedefleri İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 35, Sayı:2, İstanbul.

DÜNYA VE TÜRKİYE'DE HIZLI GELİŞEN TÜR ENDÜSTRİYEL PLANTASYONLARA BAKIŞ AÇISI: KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER
Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü 61080 Trabzon
ucler@ktu.edu.tr

ÖZET

Odun hammaddesi açığının kapatılmasında ve orman ürünleri işleyen çeşitli işkollarının ihtiyacının karşılanmasında günümüzde en tercih edilen yol hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonlardır. Buna karşın; Dünyada ve ülkemizde endüstriyel plantasyonlarla ilgili bakış ve süreçler benzer şekilde devam etmemektedir.

Endüstriyel plantasyonlar için ülkemizde önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Buna karşın, ülke genelinde bir geç kalma durumu söz konusudur. Orman Genel Müdürlüğü bu konu ile ilgili yeterli bir stratejik süreç geliştirememiştir. Geçmiş yıllarda pek çok toplantılar, seminerler, organizasyonlar, projeler yapılmış olmasına ve bilgi birikimi olmasına rağmen ülkemiz dünya ölçeğinde arzu edilen noktada değildir. Orman Genel Müdürlüğü 2013-2023 yıllarını içeren Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı hazırlamıştır. Bu plan süresi içerisinde 164.922 hektar alanda endüstriyel amaçlı ağaçlandırma çalışması yapılacağı ifade edilmektedir. Dünyada endüstriyel orman plantasyon alanlarının miktarı bakımından bir değerlendirme yapıldığında Çin Halk Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya gibi sanayileşmiş ülkelerin ilk üç sırayı paylaştıkları görülmektedir.

Bu bildiride; dünyada endüstriyel plantasyonların geldiği durum, bakış açısı ve ülkemizdeki durum karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre öneriler getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Hızlı Gelişen Tür, Endüstriyel Plantasyonlar, Dünya, Türkiye, Analiz*

PERSPECTIVE ON INDUSTRIAL PLANTATIONS WITH FAST GROWING TREE SPECIES IN THE WORLD AND TURKEY: A COMPARATIVE ANALYSIS

SUMMARY

Today, the most preferred way to meet the needs of various industries that process forest products and to close the openings of wood raw materials are fast-growing kind of industrial plantations. Despite that; The views and processes of industrial plantations in the world and in our country do not continue in a similar way.

There is considerable potential for industrial plantations in our country. On the other hand, there is a delay in the whole country. The General Directorate of Forestry has not developed an adequate strategic process on this issue. Despite the fact that many meetings, seminars, organizations, projects have been carried out and accumulated knowledge in the past years, our country is not the desired spot on the world scale. The General Directorate of Forestry has prepared an Action Plan for Industrial Afforestation Studies containing the years 2013-2023. Within this plan, 164,922 hectares of area will be

planted for industrial purposes. When an assessment is made in terms of the amount of industrial forest plantations in the world, industrialized countries such as the People's Republic of China, the United States and Russian seem to share the first three orders.

In this presentation; we try to evaluate industrial plantations in the world comparatively with respect to the situation, point of view and situation in our country and try to make suggestions according to the results obtained.

Keywords: *Fast Growing Tree Species, Industrial Plantations, World, Turkey, Analysis*

Giriş

Dünyada iklim değişikliği son yıllarda üzerinde en çok konuşulan ve çözüm yollarının araştırıldığı temel bir konu haline gelmiştir. Küresel ısınmaya karşı öngörülen en temel tedbirlerin başında atmosferdeki fazla karbonun tutulması gelmekte, önemli karbon yutakları olan ormanların özellikle de doğal ormanların korunması ve yeni ormanların kurulması temel politikalar içinde yerini almaktadır (Şıklar ve Öztürk, 2009). Türkiye ormancılığında ormanların üstlendiği işlevlere göre bakış açısı dünyadaki bakışa benzer şekilde değişmiş, ormanlar üstlendiği görevler bakımından ekolojik, ekonomik ve sosyal işlevlere göre sınıflandırılıp, buna göre bir planlama ve işletmecilik sürecine dahil olmuştur. Buna göre; ormanların işlevleri 9 ana başlık altında sınıflandırılarak değerlendirmelerde bulunulmaktadır (Gümüş, 2004).

Dünyada 1960 lı yıllara gelindiğinde, birçok tropik ve subtropik ülkede büyük ölçekli plantasyon programlarına başlanmış, 2000 li yıllara gelindiğinde plantasyonlarda önemli bir artış meydana gelmiş ve endüstriyel amaçlı olarak dünya genelinde her yıl tahmini olarak 4.5 milyon hektar alan oluşturulmaktadır (Cossalter ve Pye-Smith, 2003). Dünya genelinde dikimle oluşturulmuş ormanların miktarı 2010 yılına gelindiğinde 264 milyon hektara ulaşmıştır (FAO, 2010). Son tahminlere göre ise, 2015 yılına gelindiğinde dikimle oluşturulmuş ormanların alansal büyüklüğünün290 milyon hektar civarına ulaştığı belirtilmektedir(FAO, 2015).Bu alansal büyüklük içerisinde, *Endüstriyel ağaç plantasyonlarının miktarı*(hızlı büyüyen tür plantasyonları)ise 54 milyon ha civarındadır (Pirard ve ark., 2017). Bu gelişmelere paralel olarak dikimle oluşturulmuş ormanlardan odun üretimi giderek önem kazanmış ve 2012 yılı itibariyle küresel ölçekte endüstriyel odun üretiminin yaklaşık üçte birini dikimle oluşturulmuş plantasyonlar karşılar hale gelmiştir (Jürgensenve ark., 2014).Tüm bunlarla birlikte dünyadaki genel eğilim, plantasyon ormanlarının gelecekte daha da artacağı yönündedir (Pirard ve ark., 2017).

Uluslararası Enerji Birliğine üye ülkeler 2050'li yıllarda ülke enerji gereksinimlerinin % 25-50'sini biyoenerji ile karşılamak için büyük projelere başlamış, bu amaçla ABD'de 100 milyon hektar, Kanada 40 milyon hektar ve Avrupa Birliği ülkelerinde 20 milyon hektar alanı enerji ormanları ve enerji tarımı için ayrılmıştır (Saraçoğlu 2008). Dünyada2010 yılında toplam odun peleti gereksinimi 430 pelet üretim tesisinde yaklaşık 15 milyon ton iken, pelet gereksinimi, 2015 yılında 228 milyon ton ve 2030 yılında 350-400 milyon ton olarak gerçekleşebilecektir (Mizuta, 2010). Bu yaklaşımı destekleyen benzer bir öngörü ve öneri, Üçler (2011) tarafından ifade edilmektedir. Bu öneride, günümüzde dünyadaki endüstriyel odun hammaddesi ihtiyacının % 35'i plantasyon sahalarından karşılanmakta olduğundan bahisle,

yenilenebilir enerji olarak odunun kullanımının giderek yaygınlaşması ile birlikte gelecekte artması beklenen odun hammaddesi arz açığının karşılanmasında hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonlara daha fazla ihtiyaç duyulacağı belirtilmektedir.

Ülkemizde odun hammaddesi işleyen sanayinin kapasitesi 25 milyon m3 hammaddeye ihtiyaç duymasına karşın ancak %55 kapasite kullanımının mümkün olduğu (Kaplan 2007) ve yıllık odun hammaddesi tüketiminin 30.8 milyon m³ olduğu (Boydak, 2011) belirtilmektedir. Birler (1996) tarafından yapılmış senaryoya göre, 2020 yılında ülkemizdeki tüketimin 48.7 milyon m³'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu senaryoya göre odun hammaddesi tüketiminin öngörülen miktarı, 2020 yılına yaklaşılıyor olmamız bakımından bahsedilen düzeye çıkmayacağını göstermekle birlikte, ihracata dönük orman ürünleri endüstrisi ve mobilya sektörünün hammadde gereksinimi, kapasite kullanımındaki artış ve yenilenebilir enerji üretiminde odunun kullanımının da artacağı düşünüldüğünde, *endüstriyel plantasyonların* ülkemiz için güncel durumunu koruduğunu söylemek mümkündür.

Tüm bunlardan hareketle bildirinin amacı; dünyada endüstriyel plantasyonların geldiği durum, bakış açısı ve ülkemizdeki durumun karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve elde edilen sonuçlara göre bazı önerilerin ortaya konulmasıdır.

2. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlere Bakış ve Durum Analizi

Orman Mühendisleri Odası tarafından düzenlenen Orman Mühendisliği 1. Teknik Kongresinde alınan kararlara bakıldığında (Anonim, 1966) iki önemli konu dikkati çekmektedir. Bunlardan birisi yerli ve yabancı türlerle 2000 yılana kadar 300 000 ha alanda endüstriyel plantasyon kurulması, diğeri ise bu amaçla ülke bazında uygun alanların belirlenmesi için *Etüt Proje Grupları*nın oluşturulmasıdır. Ancak günümüze kadar hızlı gelişen türlerle ilgili Araştırma Enstitülerinin kurulması, pek çok toplantı, seminer, çalıştay ve kongre organizasyonlarının gerçekleştirilmiş olması, önemli bir bilgi birikiminin oluşmuş olması ve yetişmiş eleman gücünün bulunmasına karşın, *Hızlı Gelişen Tür Endüstriyel Plantasyonlarla* ilgili arzu edilen noktaya gelinememiştir.

Tablo1. Dünyadaki bazı ülkelerde dikimle oluşturulmuş orman alanı (FAO 2015'den alınmıştır).

Plantasyon ormanları (1990-2015)													
Ülke	Dikilen Alan (1000 ha)					Yıllık Değişim Oranı							
						1990-2000		2000-2010		2010-2015		1990-2015	
	1990	2000	2005	2010	2015	1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%	1000 ha/yıl	%
Çin H. C.	41950	54394	67219	73067	78982	1244.3	2.6	1867.3	3.0	1183.1	1.6	1481.3	2.6
A.B.D	17938	22560	24425	25564	26364	462.2	2.3	300.4	1.3	160.0	0.6	337.0	1.6
Rusya F.	12651	15360	16963	19613	19841	270.9	2.0	425.3	2.5	45.6	0.2	287.6	1.8
Kanada	4578	9345	11710	13975	15784	476.7	7.4	463.0	4.1	361.8	2.5	448.2	5.1
İsveç	7399	9839	11099	12564	13737	244.0	2.9	272.5	2.5	234.6	1.8	253.5	2.5
Hindistan	5716	7167	9486	11139	12031	145.1	2.3	397.2	4.5	178.4	1.6	252.6	3.0
Japonya	10287	10331	10324	10292	10270	4.4	0.0	-3.9	0.0	-4.4	0.0	-0.7	0.0
Polonya	8511	8645	8767	8877	8957	13.4	0.2	23.2	0.3	16.0	0.2	17.8	0.2
Brezilya	4984	5176	5620	6973	7736	19.2	0.4	179.7	3.0	152.6	2.1	110.1	1.8
Finlandiya	4390	4953	5901	6775	6775	56.3	1.2	182.3	3.2	0.0	0.0	95.4	1.8
Sudan	5424	5639	5854	5940	6121	21.5	0.4	30.1	0.5	36.2	0.6	27.9	0.5

Almanya	5388	5416	5278	5290	5295	2.8	0.1	-12.6	-0.2	1.0	0.0	-3.7	-0.1
Ukrayna	4637	4755	4787	4818	4860	11.8	0.3	6.3	0.1	8.4	0.2	8.9	0.2
Endonezya	--	3322	4659	4803	4946	--	--	148.1	3.8	28.6	0.6	--	--
Tayland	2668	3111	3444	3986	3986	44.3	1.5	87.5	2.5	0.0	0.0	52.7	1.6
Türkiye	1495	1952	2192	2840	3386	45.7	2.7	88.8	3.8	109.2	3.6	75.6	3.3
Şili	1707	1936	2063	2384	3044	22.9	1.3	44.8	2.1	132.0	5.0	53.5	2.3
İspanya	2037	2504	2549	2882	2909	46.7	2.1	37.8	1.4	5.4	0.2	34.9	1.4
Y. Zelanda	1546	2052	2107	2082	2087	50.6	2.9	3.0	0.1	1.0	0.0	21.6	1.2
Avustralya	1023	1176	1628	1903	2017	15.3	1.4	72.7	4.9	22.8	1.2	39.8	2.8
G. Afrika	1626	1724	1750	1763	1763	9.8	0.6	3.9	0.2	0.0	0.0	5.5	0.3
Macaristan	1453	1519	1566	1629	1652	6.6	0.4	11.0	0.7	4.6	0.3	8.0	0.5
Norveç	1089	1325	1400	1463	1529	23.6	2.0	13.8	1.0	13.2	0.9	17.6	1.4

Öte yandan, "endüstriyel plantasyon" kavramının gerektirdiği alan hazırlığı ve bakım işlemlerinin ihmal edilmesi, endüstriyel plantasyon anlayışının amenajman planlarına yansıtılmadığının belirtiliyor olması (Boydak, 2008), etkin genetik ve ıslah tekniklerinin sürdürülmemesi endüstriyel plantasyonlar konusunda anlayış farklılıklarının olduğunu göstermektedir. Nitekim 2012 yılında Adapazarı civarında kurulu bulunan *Pinuspinaster* endüstriyel plantasyon sahalarına yaptığımız değerlendirme gezilerinde alanda bulunan idare süresini doldurduğu ifade edilen meşçerelerin tıraşlama yöntemi uygulanarak tohum dökümü yoluyla alana gençliğin getirilmesi yönteminin seçilmesi; endüstriyel plantasyonların oluşturulmasında amaca dayalı seleksiyon ve kontrollü döllenme gibi etkin genetik ve ıslah yöntemlerinin kullanılması ve yeni nesillerin bu temele dayalı olarak kurulması gereğinin göz ardı edildiğini göstermektedir (Uygulama gezisi notları, 2012).

FAO (2015)'nun hazırlamış olduğu 1990-2015 yıllarını kapsayan dikilmiş orman alanları verilerine bakıldığında (Tablo 1), endüstriyel plantasyonlar ayırımı yapılmadan, orman içi ağaçlandırmaların da içinde yer aldığı genel sonuçların verildiği görülmektedir. Tablo 1 ve Tablo 2 değerleri birlikte değerlendirildiğinde; Türkiye ormancılığında dikimle oluşturulmuş ormanlarda artış olduğu ve genel orman alanına oranı bakımından Tablo 2 de listede verilen ülkelerin çoğundan oransal olarak dahi iyi olduğu gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte bu artışın hızlı gelişen türlerle yapılan endüstriyel plantasyonlar sonucu olmadığı ağırlıklı olarak orman içi ağaçlandırmalar olduğu düşünülmektedir. Nitekim Boydak (2008)'de ifade edildiği gibi; Kavak ve okaliptüs dışında, hızlı gelişen yabancı türlerle 55700 ha ağaçlandırma yapılmış ve hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları kapsamında, ülkemizde yaklaşık 145000 ha kavak ağaçlandırması bulunmaktadır. Okaliptüs plantasyonları ise yaklaşık 20000 hektar alan kapsamaktadır. Bu rakamlardan da anlaşıldığı üzere endüstriyel plantasyonlar konusu uygulama aşamasında eksik ve atıl bırakılmıştır.

Tablo 2. Dünyadaki bazı ülkelerde dikimle oluşturulmuş orman alanının genel orman alanına oranı (FAO 2015'den uyarlanmıştır).

Ülke	Orman Alanı (1000 ha)	Dikilen Alan (1000 ha)	Dikilen Alan/Orman Alanı (%)
Çin H. C.	311958	78982	25.3
A.B.D	331374	26364	8.0
Kanada	387935	15784	4.1
Hindistan	74806	12031	16.1

Avustralya	375712	2017	0.5
Brezilya	533073	7736	1.5
Şili	32380	3044	9.4
Finlandiya	23019	6775	29.4
Almanya	11419	5295	46.4
Macaristan	2190	1652	75.4
Endonezya	117758	4946	4.2
Japonya	24958	10270	41.1
Y. Zelanda	11212	2087	18.6
Norveç	14124	1529	10.8
Polonya	9435	8957	94.9
Rusya F.	889856	19841	2.2
G. Afrika	33799	1763	5.2
İspanya	27627	2909	10.5
Sudan	39887	6121	15.3
İsveç	30505	13737	45.0
Tayland	16399	3986	24.3
Türkiye	21845	3386	15.5
Ukrayna	96583	4860	5.0

Son dönemlerdeki hedeflere bakıldığında; Orman Genel Müdürlüğünün endüstriyel plantasyonlarla ilgili olarak 2013-2023 yıllarını kapsayan bir "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı" oluşturduğu ve bu plan süresi içerisinde 164.922 hektar alanda endüstriyel amaçlı ağaçlandırma çalışması yapılacağının ifade edildiği görülmektedir (Anonim, 2013a). Buna karşın; Türkiye'de Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile Türkiye Odalar ve Borsalar Birliğinin ortaklığında 2013 yılında gerçekleştirilen "Ormancılık Sektörünün Geleceği Arama" konferansında, öncelikle birinci ve ikinci bonitet alanlarda olmak üzere genetik ıslahı yapılmış yerli ve yabancı türlerle uygun alanlarda özel ve kamu eliyle 500.000 ha endüstriyel plantasyonun kurulması ve özel sektör kavak üretiminin iki katına çıkarılması (endüstriyel plantasyonlarla) hedefinde bulunulmaktadır (Anonim, 2013b). Bu değerlendirmelerden, endüstriyel plantasyonlar için beklenilen hedeflerin oldukça altında olduğumuz ve planlama sürecinde de bu hedefe yaklaşamadığımız gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Buna karşın, hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonların geliştirilmesi için gerek yerli ve gerekse yabancı türlerle birlikte tür zenginliği bakımından oldukça önemli potansiyeli barındırdığı ifade edilen ülkemizde; *kızılçam, kavak, söğüt, kızılağaç, dişbudak, okaliptüs ve sahil çamı* gibi hızlı gelişen türlerle ülkemizin farklı bölgelerinde önemli bir endüstriyel plantasyon tesis edilebilme imkanı bulunmaktadır (Üçler, 2011). Söz konusu türlerle ilgili yapılan pek çok çalışmanın sonuçlarının listelendiği araştırma sonuçları tablosu bu durumu teyit eder niteliktedir (Ayan ve Sıvacıoğlu, 2006).

5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımı"na ilişkin kanunun 4. Maddesi d bendinde, biyokütle kaynaklarını kullanarak elektrik enerjisi veya yakıt üretimine yönelik AR-GE tesis yatırımları, Bakanlar Kurulu kararı ile teşviklerden yararlandırılabilir denilmektedir (Anonim, 2005). Buna karşın, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye için 2020 yılına kadar uzanan planlama ve projeksiyonlarında modern biyokütleye hiç yer verilmemektedir. Oysa ülkemizde yakacak odun sorununa çözüm olarak enerji

ormancılığı konusuna el atılmıs, enerji ormanı oluşturmaya elverişli 4 milyon hektar bozuk, 1 milyon hektar verimli olmak üzere 5 milyon hektarlık alan varlığı resmi raporlara geçmiştir. Bununla beraber, bazı pilot çalışmaların dışında enerji ormancılığı geliştirilememiştir (Karayılmazlar ve ark., 2011).

3. Dünyada Hızlı Gelişen Türlere Bakış ve Durum Analizi

Dünya ölçeğinde güney yarım küresini dikkate aldığımızda, endüstriyel ağaç plantasyonlarının çoğunlukla hızlı büyüyen egzotik okaliptüs, çam ve akasya türlerinden oluştuğu görülmektedir (Overbeek ve ark., 2012). Önemli oranda güney yarım kürede olmak üzere okaliptüs plantasyonları bakımından değerlendirme yapıldığında 1990 yılı itibariyle 6-10 milyon hektar aralığında bir alandan söz edilirken, 2010 yılına gelindiğinde alansal büyüklüğün 16-19 milyon hektar civarında bir değere ulaştığı belirtilmektedir (Flynn, 2010). 2010 yılına kadar odun ve kağıt hamuru üretimi amaçlı olmak üzere Güney Amerika'da özellikle Şili'de, Afrika kıtasında, özellikle Güney Afrika'da, Avustralya ve Yeni Zelanda'da toplam 6.5 milyon hektar çam plantasyonları oluşturulmuştur (Simberloff et al., 2010). Akasya plantasyonları ise ağırlıklı olarak Malezya ve Endonezya'da bulunmaktadır (Overbeek ve ark., 2012). Nitekim Tablo 1 ve Tablo 2 değerlerine bakıldığında, 25 yıllık dönem içerisinde Brezilya, Şili, Endonezya, Yeni Zelanda gibi güney yarım kürede yer alan ülkelerde önemli artışlar söz konusudur.

Öte yandan, kuzey yarım küredeki, Çin Halk Cumhuriyeti, Hindistan, Rusya Federasyonu, A.B.D gibi ülkelerin dikimle geniş endüstriyel plantasyonlar oluşturdukları görülmektedir. Bunun dışında Avrupa Birliği ülkelerinden; Finlandiya, İsveç, Polonya, Macaristan ve Almanya gibi Avrupa Birliği ülkelerinde de biyokütle esaslı kısa rotasyonlu ormancılık faaliyetleri ile elektrik enerjisi üretimi ilkeleri benimsendiğinden bu amaçla önemli endüstriyel plantasyonlar tesis ettikleri anlaşılmaktadır. Nitekim bu durumu teyit eder bilgiler, Karayılmazlar ve ark. (2011) tarafından "AB ülkelerinde biyokütle enerjisi ticareti çok büyük bir pazar olarak ortaya çıkmaktadır. Günümüzde Avrupa Birliği kapsamında enerji tüketiminin %2-3'ü biyokütleden karşılanmakta olup bazı AB ülkelerinde biyokütlenin payı % 10-22 düzeyinde (Finlandiya % 22 ile dünya lideri olan ülke) bulunmaktadır" şeklinde verilmektedir. Avrupa Birliğiyle ilgili bir diğer değerlendirmede ise;2008 de %10 olan yenilenebilir enerji tüketiminin 2020'ye kadar %20'ye yükseltilmesinin amaçlandığı belirtilmektedir (Baum et al. 2012).

Dünya ölçeğinde bakıldığında, gerek endüstriyel odun hammaddesi gereksiniminin karşılanması ve gerekse biyokütle esaslı yenilenebilir enerji üretimi için hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonlara oldukça fazla önem atfedildiği anlaşılmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Dünya ve Türkiye ölçeğinde yapılan genel değerlendirmelere bakıldığında endüstriyel plantasyonların geliştirilmesi ve alansal olarak artırılması konusunda hala istenilen seviyeye gelemediğimiz anlaşılmaktadır. Bu itibarla, Orman Genel Müdürlüğü'nün endüstriyel plantasyon kuruluşunda ve işletmeciliğinde özel girişimin

önünü de açacak teknik bilgi ve danışmanlık hizmeti ile fidan temini konularında destek olması ve halkın bilinçlendirilmesini ve teşvik edilmesini sağlaması gerekmektedir. Bu konuda ülke genelinde verilebilecek en kalıcı örnek; 26 orman endüstri kuruluşu, kendi odun hammaddesi ihtiyacının bir kısmını karşılamak amacı ile Çevre ve Orman Bakanlığı, İ.Ü.Orman Fakültesi, D.Ü.Orman Fakültesi, TEMA, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Orman Ağaçları Islah Araştırma Müdürlüğü işbirliğinde 2005 yılında Bursa Karacabey yöresinde sahilçamı ağaçlandırmasına kurmuş oldukları ENAT isimli şirket vasıtası ile başlayan ortak kuruluşun (Boydak, 2008) yaptığı çalışmalardır. Bu örneklerin artırılması ve kalıcı hale getirilebilmesi için tanıtım ve teşvik çalışmalarına devam edilmelidir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği sektör toplantısında birinci ve ikinci bonitet alanlarda olmak üzere genetik ıslahı yapılmış yerli ve yabancı türlerle uygun alanlarda özel ve kamu eliyle 500.000 hektar endüstriyel plantasyonun kurulması ve özel sektör kavak üretiminin iki katına çıkarılması (endüstriyel plantasyonlarla) hedefi belirlenmiştir. Ortaya konan bu hedefin gerçekleştirilebilmesi için Orman Genel Müdürlüğünün daha etkin çalışması ve hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların kurabileceği alanları ülke genelinde en kısa sürede belirlemesi ve buralarda kullanılabilecek türlerle ilgili ıslah edilmiş üretim materyalinin kullanılmasına özen göstermesi gerekmektedir.

Hızlı gelişen türler ve endüstriyel plantasyonlar konusunda, 40 yılı aşkın sürede oluşan ve oldukça iyi bir düzeyde olan teknik ve uygulamaya dayalı bilgi birikimlerinin uygulamaya aktarılmasındaki ana engel, kurumsal bir değişmeyen politikanın oluşturulamaması veya yetersizliğidir. Bu konuda ormancılık örgütü, bilimsel kuruluşlar, araştırma kurumları, orman endüstrisi kuruluşları temsilcilerinin birlikte ulaştığı araştırma ve uygulamaya ilişkin kararlar, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından mutlaka hayata geçirilmelidir.

Türkiye'de enerji yatırımlarını teşvik etmeyi amaçlayan Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Yasa Tasarısı kabul edilerek 2011 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yasa ile yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en büyük fiyat garantisi biyokütleye verilmiştir. Biyokütleden üretilecek elektrik için kWh basına ilk 10 yıl 13,3 cent-dolar'lık bir devlet alım garantisinin sağlanması ile özel sektör tarafından kurulacak birleşik biyokütle ısı ve güç santralleri sayısında yurt genelinde özlenen patlama gerçekleşebilecektir (Saraçoğlu, 2010). Bu konuda bilinçlendirme ve tanıtım faaliyetleri aralıksız sürdürülmeli, özel girişimin önünü de açacak teknik bilgi ve danışmanlık hizmeti verilmeli, bu konuda yatırım yapmayı düşünenler teşvik edilmelidir.

Öte yandan ülkemizin hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyon potansiyelleri bakımından bir değerlendirme yaptığımızda şu sonuca ulaşabiliriz: Kızılçam ve okaliptüs için Akdeniz ve Ege bölgesinin, kavak ve söğüt türleri için ülkemizin büyük bir bölümünün, kızılağaç için Doğu ve Orta Karadeniz bölgesinin, dişbudak için Batı Karadeniz Bölgesi ağırlıklı olmak üzere Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinin, sahilçamı için Orta, Batı Karadeniz ve Marmara Bölgesinin uygun olduğu çeşitli araştırma sonuçlarıyla ortaya konmuştur. Bu çerçevede endüstriyel plantasyonların teşvik edilmesi durumunda, ülkemizin hemen her bölgesinde endüstriyel plantasyon kurulabilecek alanların bulunabilmesi mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

Anonim. 1966. II. Ağaçlandırma Komisyonu Raporu. Türkiye Orman Mühendisliği Birinci Teknik Kongresi, Cilt 2 (Ağaçlandırma), 12 - 18 Eylül 1966, s: 19 - 25, Ankara.

Anonim, 2005. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun.www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf. (27.10.2017).

Anonim 2013a. Endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları eylem planı (2013-2023). Orman ve Su İşleri BakanlığıOGM. 96 s., Ankara.

Anonim 2013b. Ormancılık sektörünün geleceği arama konferansı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı-Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 111 s.

Ayan, S.,Sıvacıoğlu, A., 2006. Review of thefastgrowingforesttreespecies in Turkey. Boletín del CIDEU, 2: 57-71.

Baum, S., Andreas B., A., Weih, M. 2012. High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. GCB Bioenergy, 4: 728–738.

Boydak M, 2008. Türkiye'de Endüstriyel Plantasyonlar ve Önemi, I.UlusalÖkaliptus Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Bildiriler Kitabı, 1-11, Tarsus.

Cossalter, C.,Pye-Smith, C., 2003.Fast-woodforestrymythsandrealities. Center for International ForestryResearch. 50 s.,Indonesia

Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 216/34, I. Cilt, 444s., Trabzon.

FAO, 2010. Global ForestResourcesAssessment. FAO ForestryPaper, 340 p., Rome.

FAO, 2015. Global ForestResourcesAssessment FAOForestryPaper 253 p. Rome.

Flynn, B., 2010. Eucalyptus: having an impact on the global solidwoodindustry.

https://www.researchgate.net/publication/228978187_Eucalyptus_Having_an_Impact_on_the_Global_Solidwood_Industry(28.10.2017).

Jürgensen, C.,Kollert, W., Lebedys, A., 2014. Assessment of industrialroundwoodproductionfromplantedforests. FoodandAgricultureOrganization of theUnited Nations, Rome.

Kaplan E., 2007. Türkiye'de orman ürünleri talebi ile arz kaynaklarının değerlendirilmesi ve endüstriyel plantasyonların yeri. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar Çözüm Önerileri ve Öncelikler Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı, 17-19 Ekim 2007, s. 29-38, İstanbul.

Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurt, R., 2011.Biyokütlenin Türkiye'de enerji üretiminde değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13: 19, 63-75.

Mizuta, A., 2010. Views on pelletsfrom a global company.Bioenergy International, No: 44, 3, s.11.

Overbeek, W.,Kröger, M., Julien-François, G., 2012. An overview of industrialtreeplantations in the global South. Conflicts, trends, andresistancestruggles.EJOLT Rapor No: 03, 100 s.

Pirard, R.,Petit, H., Baral, H., 2017. Localimpacts of industrialtreeplantations: An empiricalanalysis in Indonesiaacrossplantationtypes.Land UsePolicy 60: 242–253.

Simberloff, D.ve ark., 2010. Spread andimpact of introducedconifers in South America: lesson s fromSouthernHemisphereRegion. AustralEcology 35, 489-504.

Saraçoğlu, N., 2008. Modern Enerji Ormancılığı–Ormanlardan Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Çözümlemeler. OGM Toplantısı, 19 Kasım 2008. 28s., Ankara.

Saraçoğlu, N., 2010. Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormancılığı. Efil Yayınevi, 300 s. Ankara.

Şıklar, S., Öztürk, H., 2009. Türkiye'de odun hammaddesi üretiminin artırılması açısından kızılçam endüstriyel plantasyon ormancılığı. Orman Mühendisliği Dergisi, 7-9, 26-29.

Üçler, A.Ö., 2011. Yenilenebilir enerji üretiminde hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonların rolü ve geleceği. 2023'e Doğru 1.Doğa ve Ormancılık Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 21-27 Kasım 2011,s:175-184, Antalya.

TÜRKİYE'DE KARAYOLU AĞAÇLANDIRMALARINDA KULLANILAN TÜRLERİN EKOLOJİK UYGUNLUK YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Cengiz ACAR* Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER**
*KTÜ Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 61080 TRABZON,
cenland2@gmail.com
**KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü 61080 TRABZON,
ucler@ktu.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda ülkemizde ulaşım amaçlı yapılan yatırımlar sonucu karayolu, duble yollar ve otoban yapımları hızla artmıştır. Bunun bir sonucu olarak, gerek kentler arası ulaşım gerekse bölgeler boyunca erişilebilirlik olanakları hızla gelişmektedir. Yol yapımının teknik bir sonuç olarak doğal yapının değişimini sağlaması nedeniyle, yol yakın çevresindeki kazı ve dolgu alanlarının ağaçlandırılmasına yönelik planlamalar yapılmakta ve uygulamalarda genellikle yol yapım çalışmalarından bağımsız olarak yakın çevrenin ağaçlandırılmasına geçmişe göre daha fazla uğraş verilmektedir. Yol peyzajının önemli bir unsuru olan karayolu ağaçlandırmalarında temel amaç, seyahat edenlerin görsel olarak daha keyif verici ve yemyeşil bir ortamda yolculuk yapmalarını sağlamaktır. Ancak, karayollarında gerek planlamadan kaynaklanan sorunların olduğu, gerekse tür seçimlerine yönelik önemli eksiklikler bulunduğu gözden kaçmamaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizin karayolu yakın çevrelerinde yol-çevre ilişkilerinin tanımlanması ve bütünleşmesinde uygulamada gerçekleştirilen karayolu ağaçlandırmalarında kullanılan türlerin özellikle ekolojik uygunluk bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre, karayolları çevrelerinde dikimi yapılan ağaçların ve diğer türlerin sınıflandırılması yapılmış ve ekolojik değerlendirme açısından irdelenmiştir. Sonuç olarak, kısıtlı düzeyde kullanılmakla birlikte seçilen türlerin kullanımına yönelik öneriler getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Karayolu ağaçlandırması, plantasyon, Türkiye, ekolojik uygunluk*

ECOLOGICAL SUITABILITY EVALUATION OF PLANT SPECIES FOR USE IN HIGHWAY AFFORESTATION IN TURKEY

SUMMARY

In recent years, the investments made for transportation in our country have increased rapidly, resulting in high way, double roads and highway construction. As a consequence, theaccessibilitypossibilitiesalongtheregionsarerapidlydeveloping, both between the cities. Due to the fact that the construction of the road is a natural result of the change of then natural structure, plans are being made for afforestation of the excavation and fill in areas near the road, and practices are often undertaken in the afforestation of the nearby landscape, regardless of road construction works. The main purpose of highway afforestation, an important element of road landscape, is to ensure that travelers travel visually in a more pleasant and lush environment. However, it does not escape the fact that there are problems in the roads arising from planning, and there are important shortcomings in the selection of species.

In this Study, evaluation of the species used in highway afforestation, especially in ecology conformity, was carried out in the definition and integration of road - environment relations into closed circles of our country. Accordingly, the classification of trees and other species planted in the vicinity of highways has been made examined in terms of ecological evaluation. As a result, recommendation shave been made for the use of selected species with limited use.

Keywords: *Highway Afforestation, plantation, Turkey, ecological conformity*

1. Giriş

Karayolu ağaçlandırmaları, karayolunu yararlanan kullanıcıların başta emniyetli bir mekan olarak, insan-doğa ilişkilerini ortaya koyacak biçimde yönlendirme, koruma, gürültüyü azaltma gibi işlevlerle tesis edilirler. Gerek kentsel ve gerekse kırsal alanlardaki karayolları, daima peyzajı bölen, parçalayan, ayıran ve mekânsal kimliği bozan araçlardır. Ancak, günümüzde ulaşım söz konusu olduğunda da kaçınılmaz bir şekilde yararlanılan erişim araçlarıdır.

Karayolu ağaçlandırmalarının en önemli enstrümanı adı üzerinde ağaçlardan oluşur. Yol yapımı esnasında mevcutta olanlara ilaveten sonradan tesis edilen ağaçlar, iklimsel olarak yazın ve kışın yol ekolojine katkı sağlarlar. Yolun güvenilir bir şekilde kullanımını sahip oldukları yönlendirme işlevleri ile etkin kılarak koridor peyzajı oluştururlar. Böylelikle, kayıt dışı yeşil alanlar olarak görülen, ağaçları ve diğer yeşil elemanları içeren karayolu koridorları, kentsel açık-yeşil alan sisteminin dışında kentler veya yerleşim alanları ilişkisini ortaya koyan peyzajlardandır. Son on yılda

yapılan karayolu ekolojisi çalışmaları çoğunlukla biyoçeşitlilik ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilere odaklanmıştır (Foreman ve diğerleri, 2003; Dratva ve diğerleri, 2010). Bilimsel ortamda konuyla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında; önceki çalışmaların çoğu karayollarındaki ağaçlara odaklanmakta, ancak son yıllarda "yol kenarı bitki örtüsü" kavramı da geniş anlamda ele alınmakta, alleler ile birlikte yolların sınırında, ortasında, hendeklerde, ağaç çukurları veya kaldırım taşlarının aralıklarında büyüyen ekilmiş veya vahşi bitki topluluğunu içeren her tür bitki bu kapsamda irdelenmektedir.

Bu makalede, özellikle sonradan tesis edilen yol kenarı bitki örtüsünün veya karayolu koridorlarındaki ağaçların çevresel baskıyı hafifletmeye yardımcı olabilecek olumlu etkileri vurgulanmakta, ancak bunu gerçekleştirebilmek için gerekli ağaç türlerinin ekolojik değerlendirmelerinin önemi ortaya konmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizin karayolu yakın çevrelerinde yol-çevre ilişkilerinin tanımlanması ve bütünleşmesinde uygulamada gerçekleştirilen karayolu ağaçlandırmalarında kullanılan türlerin özellikle ekolojik uygunluk bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre, karayolları çevrelerinde dikimi yapılan ağaçların ve diğer türlerin sınıflandırılması yapılmış ve ekolojik değerlendirme açısından irdelenmiştir. Çalışmada, karayolu ağaçlandırmaları için ekolojik uygunluklarının belirlenmesinde, ekolojik teorilerden yararlanılmıştır. Buna göre, karayolu ağaçlandırmalarının içerdiği bitki türleri ülkemizin bazı karayollarından örneklenerek seçilmiş ve türlere ait teoriler ve kavramlara göre değerlendirilmiştir. Ekolojik uygunluğun ortaya konmasında; ekolojik esneklik, ekolojik direnç ve yapısal çeşitlilik kavramları üzerinde durulmuştur.

2. Karayolu Ağaçlandırmalarının Ekosistem Hizmetleri

Ekosistemlerin insan refahı için sunduğu faydalar olarak kavramsallaştırılabilecek ekosistem hizmetleri (ES), giderek kentsel yaşam koşullarını iyileştirmek için kullanılacak unsurlar olarak kabul edilmektedir (Tzoulas ve diğerleri, 2007; Elmqvist ve diğerleri, 2013). Bu nedenle, gerek kentsel arazi kullanım türlerinde gerekse kırsal peyzajda ES'in anlaşılması, ölçülmesi ve teşvik edilmesi, planlama, yönetişim ve yönetim açısından oldukça önemlidir (Gaston ve diğerleri, 2013). Literatür çalışmasına dayanarak, karayolu ağaçlandırmalarının ve yol kenarı bitki örtüsünün temelini oluşturabilecek birçok ES bulunmaktadır. Buna göre, kararyolu ağaçlandırmalarının ekosistem hizmetlerini 4 ana başlıkta incelemek mümkündür(Säumel ve ark., 2016)(Tablo 1).

2.1. Düzenleyici hizmetler

Havanın filtrelenmesi: Trafikle ile ilgili emisyonlar dünya genelinde şehir sakinleri için önemli bir sağlık sorunudur ve birçok kentte emisyon sınırları giderek aşıldığından ciddi müdahaleler giderek kaçınılmaz hale gelmektedir. Bunun sonucunda, bitkilerin parçacık kirliliğini etkisiz hale getirme kapasitesi daha fazla ilgi görmektedir. Yaprak alanı başına toz birikimi, emisyon kaynağına uzaklık arttıkça katlanarak azalmaktadır. Dolayısıyla, yol kenarı bitki örtüsü trafiğe ve etkilenen nüfusa yakın konumu nedeniyle parçacık yükleri sorununda bir ölçüde rahatlama sağlayabilir.Ayrıca, bitki örtüsünden oluşan engeller koruma amacıyla işlev görebilir ve bunun sonucunda yüksek trafik bölgelerinde yetiştirilen sebzelerdeki kirlilik azaltılabilir.

Sıcaklığın düzenlenmesi: Küresel ısınma, kentsel ısı adalarının insan sağlığı ve bununla ilişkili makroekonomik maliyetler üzerindeki mevcut olumsuz etkilerini daha da kötüleştirecektir. Trafik cadde ortamlarında ısı stresini ve hava kirliliğini arttırır ve her iki stresörün kümülatif etkileri kent sakinleri için önemli bir sağlık riski oluşturur. Bitkiler, evapotranspirasyon için yeterli suyun varlığı varsayıldığında gölge sağlayarak ve evapotranspirasyon aracılığıyla yüksek ısıyı azaltmaktadır. Ağaç gölgeleri önemlidir, ancak kısa bitki örtüsü, beton, asfalt veya çıplak toprağa kıyasla kısa bitki örtüsünün olumlu etkileri tarafından gösterildiği gibi buharlaşma aracılığıyla soğutmaya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca bitki örtüsü, uzun dalga emisyonlarını azaltarak ve sızdırmaz yüzeylerden güneş radyasyonunun yansımasını sınırlayarak insan konforunu arttırmaktadır.

Karbonun müsaderesi: Ağaçlar önemli karbon havuzlarıdır. Karbon depolama ağaç yaşına bağlı olduğundan, bu ES kentsel sokak ortamlarında ağaç ömrü genellikle düşük olduğundan ve ağaç sağlığı nedeniyle sınırlıdır.

Gürültü azaltma: Bitki örtüsü, bitki örtüsü engellerinin biçimine bağlı olarak difüzyon yoluyla gürültüyü hafifletebilir; yaprak boyutu ve dallanma özellikleri, rezonans emilim özelliklerini etkilemektedir.

Su dönüşümünün ve su arıtımının düzenlenmesi: Ağaçlar, yeşil filtre bantları, yağmur bahçeleri ve biyolojik tutulum hendekleri, kentsel fırtına sularının kontrolünde bunların hacim ve zirvelerini azaltan etkili bir önlemdir. Kentsel yüzey akarları, bir arıtma tesisine veya su gövdesine doğru ilerledikçe çeşitli kirleticileri toplar; filtrelemenin arındırma etkileri bitki örtüsü ve toprak tarafından emilme ilgili riskleri azaltabilir. Bu tür işlevlerin artırılması, suya duyarlı kentsel tasarım teknikleri için artık zamanı gelmiş bir meydan okumadır.

2.2. Tedarik hizmetleri

Gıda üretimi: Çoğu sanayileşmiş ülkedeki uygulamalardan farklı olarak, dünyanın diğer bölgelerinde yaşayan milyonlarca insan, genellikle yol kenarlarına yakın bölgelerde yetiştirilen mahsule ve hayvanlara bağımlıdır. Genel olarak, kentsel (-ötesi) tarım, küresel gıda arzının tahmini %10'unu sağlayarak yoksulluğun azaltılmasına ve gıda güvenliğinin arttırılmasına katkıda bulunabilir. Bazı Afrika ülkelerinde yol kenarları boyunca önemli miktarda yiyecek üretilmekte, ağaç ürünleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Yol kenarlarında üretilen sebzeler toksik kirletici yüklü olabilir. Bununla birlikte, yollar ve ekili alanlar arasına yerleştirilmiş engeller (örneğin, yoğun odunsu tür dikimi), sebzeleri trafik kaynaklı kirleticilere karşı perdelemektedir.

Genetik kaynaklar: Yol boylarındaki yaşlı ağaçlar ("tereke ağaçlar") ormansızlaşmış bölgelerde ormanların yetiştirilmesine yardımcı olabilecek bölgesel gen havuzundaki genetik materyalden oluşan ekolojik bir mirastır.

Su besleme: İzole edilmemiş yüzeyler, sokak ortamlarında yağmur suyu arıtımını artırır ve yer altı sularının beslenmesine katkıda bulunabilir. Akıntı genellikle kirleticiler içermekle birlikte, biyolojik tutum hendekleri arıtıma yardımcı olabilir.

Tablo1. Karayolu ağaçlandırmalardan sağlanan ekosistem hizmetleri (Säumel ve ark., 2016)

Ekosistem hizmetleri	**İşlev**
Düzenleyici	
Hava kalitesini ve filtrelemeyi artırma	Kirleticilerin uzaklaştırılması ve hareketsizleştirilmesi
Sıcaklığın ayarlanması	Gölgeleme ve / veya evapotranspirasyon ile soğutma
Koruma işlevi	Kentin bitişik bölümlerini hava kirliliğinden koruma
Karbon izolasyonu	Biyokütlede karbon tutma ve depolama
Gürültü azaltma	Gürültünün fiziksel olarak emilimi Biyoçeşitlilik sayesinde gürültünün azalmış olduğu algısı
Su dönüşümünün düzenlenmesi	Yüzeysel akışı azaltarak yağmursuyu yönetimi
Su arıtma	Kirleticilerin uzaklaştırılması ve hareketsizleştirilmesi
Tedarik	
Gıda temini	Yerel gıda üretimi için kentsel yol boyunda bahçe bitkileri yetiştirme veya tarım uygulamaları
Genetik kaynaklar	Karayolu ortamlarında genetik kaynak olarak miras (yaşlı) ağaçlar

Yeraltı sularının zenginleşmesi	Kararyollarındaki döşenmemiş alanlar, yüzey akışının sızmasına izin verir.
Habitat	
Habitat sağlama	Estetik açıdan çekici yerli veya yabancı türler için veya koruma amaçlı yaşam alanı
Hayvan ve bitki türleri için ekolojik koridor veya basamak taşı	ES'yi destekleyen veya korunması gereken türler için yayılma koridoru
Kültürel	
Psikolojik, estetik veya dinlence ile ilgili faydalar	Çekici yol ortamları sosyal uyum ve fiziksel açık hava etkinliklerini geliştirir ve stresi azaltır
Mülk değeri	Cazip kamusal alanlar bitişiğindeki evlerin satış fiyatlarını artırır
Kültürel miras	Bölgesel kimliği geliştirme unsurları olarak, pasajlar, yaşlı ağaçlar ve diğer yeşil unsurlar
Eğitim hizmetleri	İnsanların yaşadığı ve taşındığı yerlerde biyolojik çeşitliliğin denenmesi ve değerlendirilmesi
Biyolojik işaretleme	Kirlilik yüklerini belirtmek için bitki kullanımı

2.3. Biyoçeşitlilik ve habitat hizmetleri

Kentsel sokak ortamları, mevcut mikrositeleri kolonileştiren ya da kentsel habitat ağlarının bir parçası olarak yol koridorlarını kullanan önemli miktarda hayvan ve bitki türüne ev sahipliği yapabilmektedir. Berlin'de toplam kentsel floranın yaklaşık dörtte biri yol kenarlarında gelişmektedir. Kentsel habitatlar genellikle birbirinden oldukça ayrı olduğundan bitki örtüsü ile kaplı karayolu koridorları kentsel habitatları (örneğin, orman kalıntılarıyla parklar) veya kentsel yeşil alanları kırsal alanlarla ilişkilendirerek kentsel yaşam alanı ağlarının bir parçası olarak işlev görebilmektedir. Kuşlar, yarasalar ve memeliler için de bu tür fonksiyonlar gösterilmiştir. Fakat aynı zamanda, yollar amfibi hayvanlar gibi daha az hareketli hayvan grupları için engeller oluşturabilir.

2.4. Kültürel hizmetler

Kentsel yollar sadece ulaşım koridorları değil, insanların dinlence ve sosyal faaliyetlerde de bulunduğu kamusal alanlardır. Toplumsal işlevleri ve insan sağlığını teşvik eden yaşanabilir sokakların geliştirilmesi bu yüzden, kent tasarımının ana zorluğu olarak kabul edilmektedir.

Psikolojik, estetik ve dinlence hizmetleri: Birçok çalışma, insan refahında kentsel doğal kaynakların önemli bir rol oynadığını öne sürmektedir. Kent cadde

ortamları her yerde var olmasına karşın, yol kenarlarındaki bitki örtüsünün insan refahı üzerine etkisi yeterince çalışılmamıştır. Cadde yeşillendirmesi türlerinin tercihi üzerinde ağaçların büyük bir etkisi vardırve kent caddelerinin ağaçlandırması algılanan yaşam kalitesini güçlü bir biçimde artırmaktadır. Otomobil bağımlı yaşam biçimleri insan sağlığını olumsuz etkilediğinden, sağlıklı yaşam biçimlerini teşvik eden çevresel özellikler ve fiziksel etkinlikler üzerine yapılacak araştırmalar önem kazanmaktadır.

Gayrimenkul fiyatlarının artması: Kentsel yeşil alanların varlığı ve kalitesi, yeşil kuşaklara veya parklara bitişik mülk değerlerini etkilemektedir. Araştırmalar, tutarlı bir biçimde, yol kenarı bitki örtüsü miktarı arttıkça, mal ve hizmetler için daha fazla ödeme isteğinin oluştuğunu ortaya koymaktadır. Ancak, yeşillendirme önlemleri aynı zamanda 'yeşil soylulaştırmaya' ve yeşillendirmeden fayda bekleyen sakinlerin yerlerinden edilmesine neden olabilir. Sonuç olarak, planlamacıların amacı sosyal ve ekolojik sürdürebilirlik olmalıdır.

Kültürel miras: Tarihi geçitler pek çok kentin kültürel mirasının, kentsel alan yapısının bir parçasıdır ve simgesel yaya alanları yaratır. Cadde ortamları, yaşları, görünüşleri veya kültürel önemleri ile meşhur yaşlı ağaçlara ev sahipliği yapar. Guangzhou'da (Çin), caddeler park veya dini mekanlardan daha fazla yaşlı ağaç barındırmaktadır. Fakat bir sokak ağacının yaşı arttıkça, düşen dallarından ötürü potansiyel güvenlik tehlikeleri de artmaktadır.

Eğitim hizmetleri: Kent sakinleri giderek artan bir şekilde kendilerini doğadan kopuk hissetmekte ve doğa deneyimlerini kaybetmektedir. Sonuç olarak, çocukların doğal çevre algıları son yıllarda ciddi bir şekilde azalmıştır. Yol kenarı bitki örtüsü, kent sakinlerinin her gün etkileşime girdiği mekandaki konumu nedeniyle, bireylere biyoçeşitlilik ile bağlantı kurmak için çok çeşitli fırsatlar sunmaktadır, çünkü kolayca erişilebilir bir durumdadır.

Biyolojik göstergeler: Yol boyu bitkilerin gösterge değerleri vasıtasıyla yerel koşulları izlemek veya kirlilik seviyelerini ölçmek ve biyolojik reseptörler üzerindeki etkileri ölçmek amacıyla kullanımı etkin ve düşük maliyetli bir yöntemdir. Bitki yüzeylerinde toz birikiminin veya yaprakların manyetik özelliklerinin ölçülmesi kirlilik yapısını ortaya çıkarabilir.

3. Ülkemizde Karayolu Ağaçlandırmalarının Genel Kapsamı ve Yapısı

Ülkemizde ulaşım ağının yapısına göre karayolları farklı yol tiplerinden oluşmaktadır. Bunlar; ana yol, tali yol, tek yönlü karayolu, iki yönlü karayolu, bölünmüş karayolu, otoyol-ekspres yolları gibi. Herbir yol tipi; yakın çevre özellikleri, doğal bitki örtüsü, ulaşım ve trafik hızlarına göre plantasyon açısından farklı yaklaşımları içerecek biçimde düşünülmesini gerekli kılar. Ancak karayollarındaki

ağaçlandırmaların kapsamında ve yapısında bazı önemli özellikler dikkati çekmektedir. Bunlar; trafik yapısı, yol yapısı, yetişme ortamı ve bitki tür seçimi.

Bunlardan trafik yapısı ve yol özellikleri kentler arası ulaşımda karayolu özelliğini doğrudan etkileyen teknik özelliklerdir. Bu özelliklere göre, karayolu ağaçlandırmalarını dikte edecek yetişme ortamı ve bitki tür seçimi önem kazanmaktadır.

Ülkemizdeki karayollarında yetişme ortamı yolun teknik yapısına göre şekillenmektedir. Özellikle kazı ve dolgu şevleri yapılan inşaat çalışmaları nedeniyle mevcut doğal yapısını yitirmekte ve organik maddeden yoksun alanlar şeklinde belirmektedir. Genellikle toprağın stabil olmadığı bu ortamlarda duvarlar, bitki gelişimini etkileyen kısıtlayıcılar olmaktadır. Onarım gerektiren kazı ve dolgu şevlerinde hareketli yüzeyler istenmemekte, ağaçların dışında yüzey kapatıcı yapay ve doğal elemanlar kullanılmaktadır. Bu durum bazen İstanbul örneğinde olduğu gibi bakımı zor, pahalı; tasarım açısından sentetik, birçok renkli türün kullanıldığı yol peyzajlarına da dönüştüğü görülmektedir. Hatta bu türden karayolu şevleri yol emniyetini riske atabilecek dikkat çekici objeler halinde yer almaktadır. Bu durumda yola ait yetişme ortamı sanki bir bahçe planlarmışçasına toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine aşırı müdahalelerle fazlaca değiştirilmektedir.

Genellikle İstanbul örneğinin dışındaki diğer karayollarında toprak fakir, organik madde az, yüzeysel akış fazladır. Bu ortamlarda bitki yetişebilmesinde ciddi sorunlar yaşanmakta; bazen bitki kökleri gereksindiği su, bitki besini ve oksijeni bulacak yeterli toprak hacmini bulamamaktadır. Toprak koşulları, ağaçların kök ve üst aksamlarının büyümesi, gelişimi ve niteliğini doğrudan etkilemektedir. Kalitesiz ve sıkışık toprakta yetişen bitkilerin görsel kalitesi azalmakta, çabuk yaşlanmakta ve uzun yaşayamamaktadır. O nedenle, ülkemizde yapılan yol ağaçlandırmalarında bitki kayıpları fazla olmakta, topraktan kaynaklanan edafik sorunların dışında bakım yetersizlikleri de ilave edildiğinde sorun daha da çok büyümektedir.

Karayollarında, uygulama yapılacak alanın ölçüsü, toprak derinliği ve kalitesi, ışık alma durumu, sulama başta olmak üzere bakım olanakları, alanın kirlilik düzeyi başta olmak üzere çok çeşitli faktörler tür seçimini etkilemektedir. Tür seçimindeki en önemli sorunlar yetişme alanına uygun olmaması, yabancı yurtlu olması ve görsel niteliğin fonksiyonel katkılardan daha ön planda tutulmasıdır Ağaç türleri ve seçiminde, genellikle egzotik türlere ağırlık verilmektedir. Uygun olmayan tür seçimi, plansız ve kopya bitkilendirmelerden oluşmaktadır. Ülkemizde *Robiniapseudoacacia* "Umbracaulifera" (Top akasya)'nın kullanımı buna güzel bir örnek oluşturmaktadır. Bu bitki kuzeyden güneye, doğudan batıya tüm ülkemizde özellikle yollarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu tip bitkilendirmeler ancak kopya bitkilendirme olarak adlandırılabilir. Kopya bitkilendirme, herhangi bir amacı olmaksızın farklı bir alanda

kullanıldığı görülen bitki türünün benzer şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. Bu tip bitkilendirmelerde görsellik ön plandadır (Söğüt ve Bozdoğan, 2013).

Ülkemizde Orman Genel Müdürlüğünce 2000'li yıllardan beri hız kazanan "Yol Kenarı Ağaçlandırma Eylem Planı" kapsamında yürütülen ağaçlandırma çalışmalarında karayolları kenarları ağaçlandırılmaktadır. Yol kenarı ve orta refüj boyunca yapılan ağaçlandırma çalışmalarında dikkat çeken en önemli husus zakkum, berberis, ateş dikeni, oya, gaura ve erguvan içeren ağacımsı ve çalımsı birçok fidanın yer almasıdır. Bu durum karayolu ağaçlandırma terminolojisine oldukça aykırı gözükmektedir.

3. Karayolu Ağaçlandırmalarının Ekolojik Uygunluklarının Belirlenmesinde Yararlanılacak Ekolojik Yaklaşımlar

Karayolu ağaçlandırmalarının başarısı için, seçilen türlerin adaptasyon stratejilerinin önemine bağlıdır. Türlerin bir yetişme ortamına, dolayısıyla karayolu ortamlarına uyum sağlamalarında esneklik ve ekolojik direnç gerçekte iki temel kavramdır. Ancak, özellikle iklimsel varyasyonlar açısından diğerleri kadar önemli olmasa da yetişme ortamındaki yapısal çeşitlilik, karayolu ağaçlandırmalarında önemli ekolojik parametrelerdir.

Ekolojik Esneklik: Esneklik, seçilen türlerin ekolojik koşullar arasında ne kadar iyi geçiş yaptığını tanımlar (Hunter, 2011). Ekolojik esneklik, türlerin veya bireylerin fenotipik esnekliği ve türlerdeki genetik varyasyonlar arasındaki ilişkiden ortaya çıkar. Türlerdeki esneklik arttıkça, bitki türleri farklı çevre koşullarına dayanabilir ve çevresel farklılıklarda daha iyi yetişebilir. Bu da seçilen ağaçların ekolojik hoşgörüsünün ve çevreye toleransının arttığı anlamına gelir. Sıcaklık, toprak nemi, kentsel kirliliğe dayanıklılık, sel ve kuraklık gibi birçok faktörü içeren çoklu eksen üzerinde ortaya çıkar. Ekolojik esnekliği yol ağaçlandırmalarında belirlemede; iklimsel adaptasyon yeteneği ve edafikadapasyon yeteneği olmak üzere iki şekilde göz önünde almak gerekir.

Ekolojik Direnç: Ekolojik direnç, çevresel bozulmalar karşısında ekosistemin ya da karayolu ağaçlandırmalarının ortaya koyduğustabilite işlevini koruma yeteneğidir (Hunter, 2011). Ekosistem direnci, fazla fonksiyonda ortaya çıkan ve ekosistem fonksiyonu için kısımlara ayrılmış biyoçeşitliliğe bağlıdır. Tür sayısının ekosisteme katkısı ve çeşitlilik tepkisi çevresel değişime reaksiyon aralığı içinde aynı ekosistem fonksiyonuna türlerin katkısı belirleyici olur. Fonksiyonel olarak türlerdeki çeşitlilik ve katkı, çevresel belirsizliklerde sigorta poliçesi gibi davranır. Dolayısıyla, karayolu ağaçlandırmalarında gerekli görüldüğünde tür çeşitliliğinden kaçınmamak gerekir.

Yapısal Çeşitlilik: Yapısal çeşitlilik, bitki gelişim formlarının oluşturduğu mekânsal kompozisyonu tanımlar ve genellikle bireysel bitkilerden ziyade birçok bitkinin bir arada kullanılmasını esas alır (Hunter, 2011). Yapısal çeşitlilik iklim değişikliğinin direkt sonucu olmamasına rağmen, sağlıklı ekosistem yapısı için yüksek öneme sahiptir. Ekolojik esnekliği arttırmak için seçilen türler fonksiyonel çeşitlilik ve çeşitlik tepkileri için aynı zamanda mimari form içermeli ve karışım çeşitliliği esas alınmalıdır.

4. Sonuç ve Öneriler

Karayolları, yapımından başlayarak çevrenin doğal dokusunda önemli değişmelere yol açan, yolun trafiğe açılması ile de çeşitli kirlilik ve zararlar ortaya çıkaran araçlardır. Karayollarında yapılacak ağaçlandırmalar, karayolunun doğal çevrede yol açtığı olumsuz etkileri en aza indirebilecek en etkili peyzaj öğeleridir. Bu tür çalışmalar, hem kentsel hem de kırsal alanlar için etkili yeşil altyapı çalışmalarıdır. Bu nedenle, yaşanabilir, sağlıklı ortamlar yaratmayı amaçlayan planlama ve yönetişim stratejilerini oluşturmak önemlidir.

Karayolu ağaçlandırma çalışmalarında, tür seçimi en önemli konu, tür seçiminde de yabancı yurtlu olma durumu hassas öneme sahip diğer bir konudur. Alanda istenen fonksiyona bağlı olarak, yetişme alanının çevresel nitelikleri tür seçimini etkiler. Kentsel alanlarda oluşturulan farklı ölçülere uygun türler bulunmaktadır. Ancak, karayolları koşullarında özellikle orta refüjler genelde dar bırakıldığı için buralarda, özellikle güney kentlerimizde *Washingtoniafilifera* (Telli palmiye) türü yaygın kullanılmaktadır. Benzer şekilde geometrik formlar verilmiş *Cupressusarizonicaglauca* (mavi servi) ile yuvarlak ve küçük taç yapılı *Robiniapseudoacacia*"Umbracaulifera"da dar orta refüjlerde kullanım alanı bulmuştur (Söğüt ve Bozdoğan, 2013). Bununla birlikte, karayolu ağaçlandırma çalışmalarında ekosistem hizmetlerini bütünsel değerlendirecek yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Bu yüzden, karayollarında ağaç dikimlerinin ötesinde yeşillendirme yaklaşımları, (i) yerli ve yerli olmayan türlerin kendiliğinden, vahşi olarak yetişmiş bileşimleriyle çalışmak, (ii) tasarım planlarına yerli türlerin dahil edilmesi veya (iii) estetik olarak çekici yerli ve yerli olmayan tür karışımlarının oluşturulması gibi birçok seçenek değerlendirilmelidir. Ancak, ülkemizde yapılan çoğu uygulamalarda olduğu gibi, bitkilendirmelerde de doğal yapı göz ardı edilmektedir. Oysa türün doğallığı sürdürülebilir bir yeşil alan için temel koşullardan birisidir. Tür seçiminde az bakım isteyen ve çevresel koşullara uygun türlerin seçilmesi kadar, yenileme isteği az kalıcı bir bitkisel dokunun oluşturulması da çok önemlidir.

Karayolu ağaçlandırmalarında, bitkilerin kendilerinden beklenen işlevleri yapabilmeleri için bu yöndeki sorun ve çözüm önerilerinin bir planlama dahilinde ele alınması gerekmektedir. Sonuç olarak karayollarında yapılacak ağaçlandırma

çalışmalarındaki başarı bitki büyüme ve gelişimini kısıtlayan faktörlerin sadece çevresel nitelikte olmadığı, tür seçimi ve bakım konusunda eksiklikler ve hataların olduğu ifade edilebilir.

Kaynaklar

Dratva, J., Zemp, E., Dietrich, D.F., Bridevaux, P.O., Rochat,T., *et al.* 2010.Impact of roadtrafficnoiseannoyance on health-relatedquality of life: resultsfrom a population-basedstudy, Qual. Life Res., 19: 37-46

Elmqvist,T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp,B., Marcotullio, P.J., *et al.* 2013.Urbanization, BiodiversityandEcosystem Services: ChallengesandOpportunities. A Global Assessment, Springer, Dordrecht.

Foreman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., *et al.* 2003. Road Ecology, Island Press, Washington, DC.

Gaston, K.J.,Ávila-Jiménez, M.L., Edmondson, J.L. 2013. Managing urban ecosystemsforgoodsandservices, J. Appl. Ecol., 50: 830-840.

Hunter, M. C., 2011. EmergingLandscapes Using EcologicalTheoryto Guide Urban Planting Design: An adaptationstrategyforclimatechange, LandscapeJournal, 30:2–11.

Säumel, I.,Weber, F., Kowarik, I., 2016. Towardlivableandhealthy urban streets: Roadsidevegetationprovidesecosystemserviceswherepeopleliveandmove,EnvironmentalScience&Policy, 62, 24-33.

Söğüt, Z., Bozdoğan, E., 2013. Kentsel Yeşil Alanlarda Bitki Gelişimini Kısıtlayan Faktörler ve Alınması Gereken Önlemler, V. Süs Bitkileri Kongresi, 06–09 Mayıs 2013, YALOVA, Bildiriler Kitabı, 41-50.

Tzoulas, K.,James, P., 2010. Peoples' use of, andconcernsabout, greenspacenetworks: A casestudy of Birchwood, Warrington New Town, UK, Urban For. Urban Green., 9: 121-128.

ENDÜSTRİYEL AĞAÇLANDIRMALARIN ÖNEMİ VE ISPARTA YÖRESİNDEKİ KIZILÇAM AĞAÇLANDIRMALARINDA YAŞANAN SORUNLAR

Nevzat Gürlevik*[1], Zeynep Gürdal[2]
[1]Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, 32260 Isparta,
[2]Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 32260 Isparta
nevzatgurlevik@sdu.edu.tr

Özet

Endüstriyel ağaçlandırmalar genellikle hızlı gelişen egzotik türlerle tesis edilen, yoğun silvikültürel yöntemlerin kullanıldığı, çoğunlukla aynı yaşlı, tek türe dayalı ağaçlandırmalardır. Bu bakımdan sıklıkla eleştirilseler de, bu ağaçlandırmalar hem toplumun giderek artan odun hammaddesi talebini karşılayacak, hem de doğal ormanlar üzerindeki basıyı azaltabilecek potansiyele sahiptirler. FAO verilerine göre plantasyon ormanlarının tüm dünya ormanlarına oranı 1990'larda % 4 iken, bu rakam 2015'e gelindiğinde % 7 olmuştur. Bu miktar halen küçük bir oran gibi görünse de, dünya yuvarlak odun üretimimin % 46'sını karşılamasıyla önem arz etmektedir.

Ülkemizde ise yaklaşık 2,3 milyon ha'lık sahada ağaçlandırma faaliyeti yapılsa da, bunların çoğunluğu gerçek manada endüstriyel faaliyet değildir. Son yıllarda OGM'nin hazırladığı "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023)" ile bu konu tekrar ülkemiz ormancılığının gündemine taşınmıştır. Bu eylem planı ile makineli çalışmaya müsait sahalarda, kısa idare süreli plantasyonlar kurulması amaçlanmaktadır. Planda öngörülen hedef türler arasında ise kızılçam %88'lik katılım payı ile ilk sırada yer almaktadır. Ancak, bu eylem planının hayata geçirilmesinin ve başarıya ulaşmasının önünde bazı engeller bulunmaktadır. Birincisi, kızılçamın doğal yayılış alanlarının genelde engebeli olması, toprağın sığ, taşlılık ve kayalılık durumunun yüksek olması gibi fiziki şartlar makineli çalışmaya müsait alan bulmayı zorlaştırmaktadır. İkincisi, ülkemiz ormancılığında "doğaya yakın ormancılık" ekolünün baskın olması "plantasyon ormancılığına" karşı negatif bir algı oluşturmakta ve yapılacak faaliyetlerin daha baştan başarısız olacağını yönünde öngörü oluşturmaktadır. Üçüncüsü ise, idari olarak zaten iş yüküne doymuş olan saha personelinin endüstriyel ağaçlandırmalara gereken özeni göstermesine engel olmaktadır. Bu bildiride endüstriyel ağaçlandırmaların durumu ve Isparta yöresinde karşılaşılan sorunlar ele alınacak.

Anahtar kelimeler: *Entansif silvikültür, Plantasyon ormancılığı, Kızılçam, Odun üretimi*

THE IMPORTANCE OF INDUSTRIAL PLANTATIONS AND PROBLEMS EXPERIENCED IN RED PINE PLANTATIONS IN ISPARTA REGION

Abstract

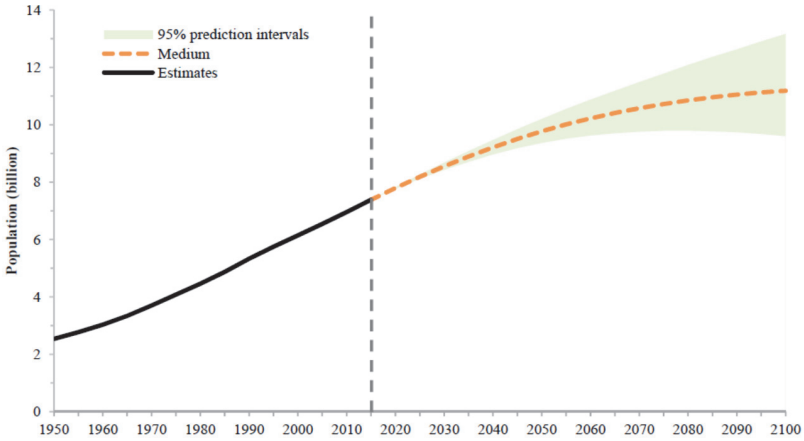
Industrial plantation is generally intensively managed, even-aged monocultures, usually established with fast-growing exotic species. In this respect, it is often criticized; however, these plantations have a potential to supply the increasing demand for wood raw materials by the community and therefore, to reduce the anthropogenic pressure on natural forests. According to FAO statistics, the ratio of plantation forests to all world forests was 4% in 1990s, compared to 7% in 2015. Although this amount seems to be a small percentage, it is significant due to the fact that it accounts for about 46% of the World's roundwood production.

Although approximately 2.3 million hectares of plantation activities are carried out in our country, majority of them are not really industrial activities. In recent years, this issue has gained importance once again in forestry of our country with the "Industrial Plantation Activities Action Plan (2013-2023)" prepared by OGM. With this action plan, it is aimed to establish short-rotation plantations in areas suitable for mechanical work. Among the target species foreseen in the action plan, Turkish red pine is ranked first with an 88% share. However, there are some obstacles to this action plan being carried out and achieving its goals. First, the physical conditions, such as the rugged terrain, shallow, stony and rocky conditions of the soil in the distribution areas of Turkish the red, make it difficult to find a suitable area for machine operation. Second, the domination of the "close-to-nature forestry" in our country constitutes a negative perception of "plantation forestry" and predicts that the activities to be carried out will fail from the beginning. Thirdly, the fact that the technical personnel are well occupied under the administrative burden prevents them from paying enough attention to industrial plantations. In this paper, the situation of industrial afforestation and problems in Isparta region will be discussed.

Keywords*: Intensive silviculture, Plantation forestry, Turkish red pine, Wood production*

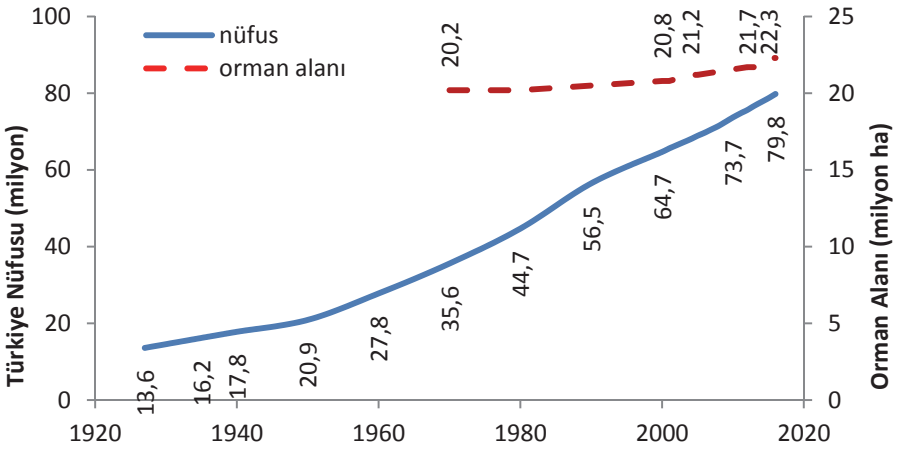
1. Dünyada ve ülkemizde nüfus artışı ve orman varlığındaki değişim

Dünyadaki insan nüfusu sadece son yarım yüzyılda ikiye katlanarak günümüzde 7,5 milyarı aşmıştır (Şekil 1). Mevcut durumda her yıl yaklaşık 83 milyon insanın dünyaya geldiği ifade edilmekte ve böyle giderse yakın gelecekte de nüfusun hızla artarak 2050'de 98 milyara, 2100 yılındaise11.2milyara ulaşması beklenmektedir(UN 2017). İnsanoğlunun nüfusundaki bu hızlı artış yeryüzündeki doğa kaynakların hızla tükenmesine yol açmaktadır ve özellikle doğal ormanlar üzerindeki baskıyı da artırmaktadır. Dört bin yıl önce yaklaşık 8 milyar ha olduğu tahmin edilen dünya orman alanı yarı yarıya azalarak günümüzde 4 milyar ha'ın altına inmiştir ki, bu değer dünya kara yüzeylerinin yaklaşık % 30'una karşılık gelmektedir(Birler, 1995; FAO, 2016).



Şekil 1. 1950-2015 arası dünya nüfusu tahmini ve yakın geleceğe dair beklentiler (UN, 2017)

Ülkemizde ise, 1927'de 13.6 milyon olan ülke nüfusu yaklaşık 6 kat artarak 2016 sonunda 79,8 milyona ulaşmıştır (Şekil 2). Orman teşkilatı tarafından yapılan koruma, ağaçlandırma, rehabilitasyon ve diğer bütün gayretli çalışmalara rağmen orman varlığımız 1973 te 20,2 milyon ha'dan 2015'de ancak 22,3 milyon ha'a ulaşmıştır (OGM, 2015). Buna göre, orman alanındaki artışın nüfustaki artışın çok gerisinde olduğu gayet açıktır.

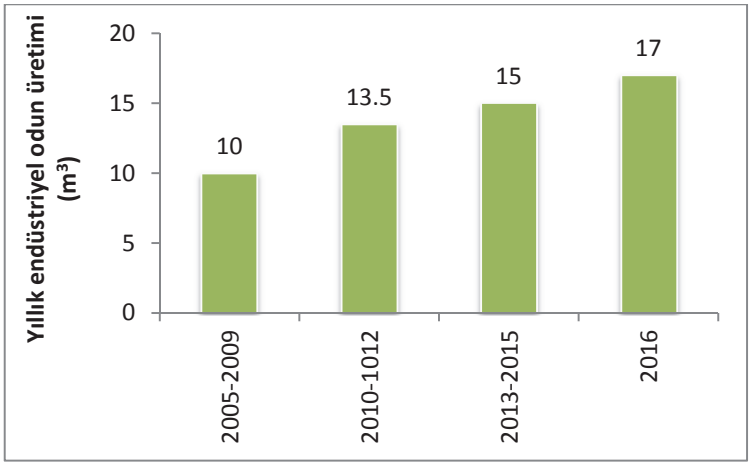


Şekil 2. Türkiye nüfusunun yıllara göre değişimi

Söyle ki; ülkemizde 1970'lerde kişi başına orman alanı yaklaşık 0,6 ha iken bu değer günümüzde yalnızca 0,28 ha'dır ve, bu değer dünya ortalamasının yaklaşık yarısı kadardır. Kişi başına orman alanın yanında kişi başına odun tüketimi değerleri de arz-talep ilişkileri bakımından önemli bir göstergedir. Dünya genelinde refah seviyesinin artmasıyla birlikte genelde nüfus artış hızı düşse de, kişi başına tüketilen odun miktarı artmaktadır. Neticede, gelecekte refah seviyesinin artmasıyla birlikte ülkemizde halen 0,5 m^3'ün altında olan kişi başına yıllık odun tüketimi gelişmiş ülkeler seviyesine (örneğin ABD'de görülen 2 m^3) doğru tırmanacağı düşünülebilir. Dahası, doğal ormanlar gün geçtikçe daha fazla oranlarda doğa koruma ve milli parklar gibi geleneksel kullanım alanların dışında farklı kullanımlara tahsis edilmektedir. Neticede, üretime ayrılacak orman alanları gün geçtikçe azalacak ve bu durum arz açığını daha da artıracaktır (Gürlevik ve Işık 2006).

Ormanlarımızdan elde edilen yıllık odun üretimi 2000 yılı öncesinde yaklaşık 15 milyon m^3 iken 2015'te bu değer yaklaşık 18 milyon m^3e ulaşmıştır (OGM, 2015). Endüstriyel odun üretimi ise 2005-2009 arasında 10 milyon m^3den, 2016'da 17 milyon m^3e çıktığı ve buna rağmen hammadde açığının yaklaşık 2 milyon m^3 olduğu belirtilmektedir (OGM 2017, Şekil 3). Son yıllarda üretimdeki bu nispi artışa rağmen, nüfus artışındaki hızın ve hammaddeye olan talebin üretimdeki artıştan çok daha fazla olması, yakın gelecekte ciddi boyutta arz açığı yaşanacağı göstermektedir(Birler, 1995). Ülkemizde orman endüstrisi sektöründe faaliyet gösteren tesislerin yıllık odun işleme kapasitelerinin yaklaşık 25 milyon m^3 olduğu ve bunun ancak % 55'inin kullanabildiği belirtilmektedir (Kök, 2009). Diğer bir deyişle, bu tesisler ancak yıllık 14 milyon m^3 odun işleyebilmekte ve bunun yaklaşık ¾'ü OGM tarafından, geri kalanı ise iç piyasada özel sektörden ve dış piyasada ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Eğer bir çözüm geliştirilemez ise, odun hammaddesi

açığı dış piyasalardan karşılanmak durumunda kalınacak ve bu da hem dışa bağımlılığı artıracak hem de ülke ekonomisine olumsuz yansıyacaktır. Bu durumda, kendi kaynaklarımızdan daha verimli üretimin yolarını aramamız gerektiği açıktır. Bunun da en önemli yollarından birisi hızlı gelişen türlerle kısa idare süreli endüstriyel ağaçlandırmalar tesis ederek, ıslah edilmiş orijinler üzerine yoğun silvikültürel işlemler uygulayarak birim alından daha fazla ürün elde etmekten geçmektedir. Neticede daha 1960'lı yıllarda ülkemizde yaklaşık 300 bin ha endüstriyel ağaçlandırma yapılması gerekliliği vurgulanmıştır (Boydak ve Çalışkan 2014).



Şekil 3. Son dönemde OGM tarafından üretilen yıllık endüstriyel odun miktarı (OGM 2017)

2. Dikim ormanlarının önemi

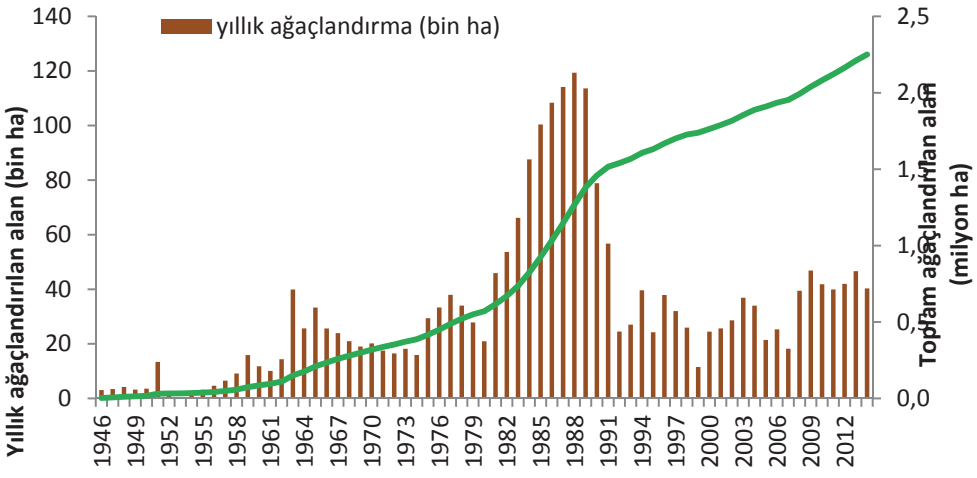
FAO son yıllarda orman varlığını sınıflandırırken "dikim ormanları" (Planted forests) adı altında yeni bir kavram ortaya atmıştır. Bu kavramla; yarı doğal ormanlardaki yerel türlerle tesis edilen dikim sahaları ile, genelde egzotik türlerle tesis edilen plantasyon ormanları bir arada ele alınmaktadır. Bu iki orman tipinin bir arada değerlendirilmesindeki temel neden, her iki ormanda da tesis ve bakım işlemlerinin entansif silvikültüre dayalı olmasıdır.

Buna göre; dünya genelinde toplam orman alanı giderek azalırken, dikim ormanları 1990'da 167,5 milyon ha'dan 2015'te 227,9 milyon hektara yükselmiştir (Payn vd., 2015). Bu değerlerin oransal karşılığı 1990'da %4 iken, 2015'de %7'ye denk gelmekledir ve dünya genelinde her yıl yaklaşık 5 milyon ha dikim ormanlarını kurulmaktadır(FAO, 2017). Günümüzde dünya genelinde yuvarlak odun üretiminin

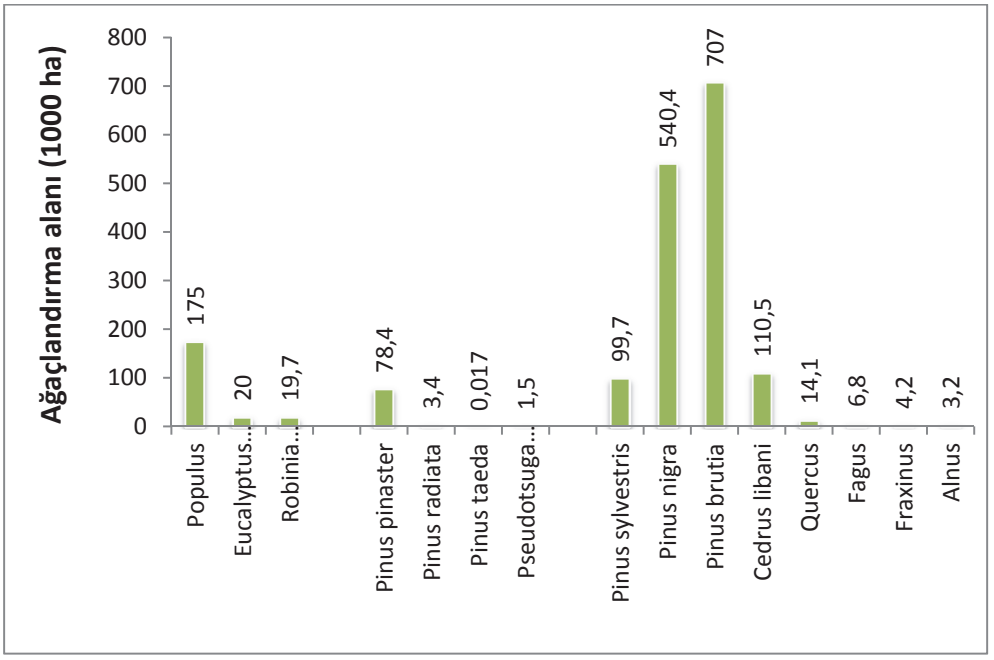
yaklaşık % 46'sı dikim ormanlarından (%33'ü endüstriyel plantasyonlardan, % 12'side yarı doğal ormanlardaki dikim sahalarından) sağlanmakla birlikte, bu oran Güney Amerika ve Okyanusya'da sırasıyla % 90 ve 84 seviyelerine kadar çıkmaktadır (Jürgensen vd., 2014, Payn vd., 2015). Bu veriler küresel boyutta dikim ormanlarının (ve endüstriyel ağaçlandırmaların) günümüzde ne kadar önemli olduğunu gösterirken, gelecekte de öneminin artacağına işaret etmektedir.

3. Ülkemizde yapılan ağaçlandırma faaliyetleri

Ülkemiz ormancılığının belki de en önemli övünç kaynağı son yapmış olduğu ağaçlandırma faaliyetleridir. Öyle ki, bu hususta dünyada sayılı ülkeler arasına girerek yaklaşık 70 yıllık süreçte 2,25 milyon ha alanda ağaçlandırma yapılmıştır ve bunların tamamına yakını orman-içi ağaçlandırma niteliğindedir (Şekil 4, OGM, 2014). Bunun yanında, rehabilitasyon (2,7 milyon ha) ve erozyon kontrol (1,2 milyon ha) çalışmaları da orman varlığının miktarını ve kalitesini artırmaya dönük önemli faaliyetlerdir. Yapılan ağaçlandırma faaliyetlerinde özellikle iğne yapraklı türler tercih edilmiş olup kızılçam 770 bin ha'lık alanla ilk sırada yer almaktadır (Şekil 5, Konukçu 2001). Bu sahaların çoğu orman içi veya kenarında nispeten verimsiz sahalarda yer alan, geçmişte insan baskısı sonucu çekilmiş olan ormanların geri kazanılması için kurulmuş sahalardır. Dolayısıyla yapılan bu ağaçlandırma faaliyetleri uzun vadede odun üretimine katkı sunacak olsa da, tesis edildikleri yetişme ortamı, tesis ve sonrasındaki bakım anlayışı itibariyle modern anlamda endüstriyel ağaçlandırma yaklaşımından oldukça uzaktır.



Şekil 4. Ülkemizde yıllar itibariyle yapan ağaçlandırma çalışmalarının alansal değişimi

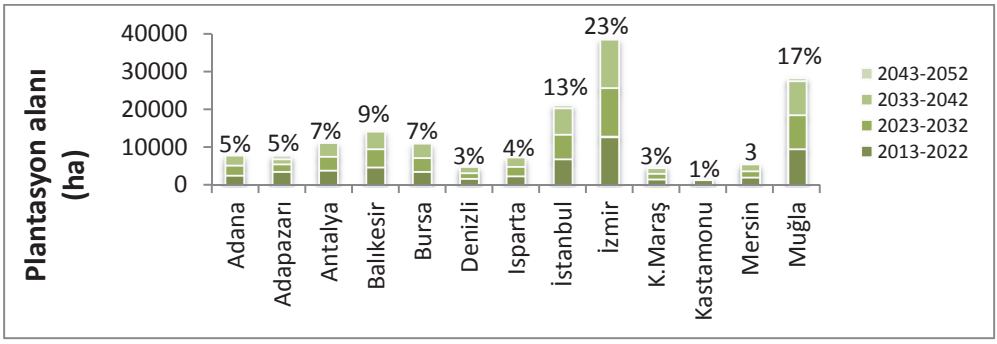


Şekil 5. Ülkemizde yapılan ağaçlandırma faaliyetlerinin yerli ve yabancı türlere göre dağılımı (Konukcu 2001)

Ülkemizde gerçek anlamada endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları ise 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. Bu hususta yapılan ilk çalışmalar 1885 yılında Terkos Gölünde dikilen *Pinusmaritima* ve Adana-Mersin demiryoluna dikilen *Eucalyptuscamaldulensis*'den ibarettir (Asan 1998, Boydak ve Dirik 1998, Boydak, 2008;Özkurt,2002;Boydak ve Çalışkan 2014). 1939'da Tarsus-Karabucak'ta yapılan *E. camaldulensis* ağaçlandırmaları ilk büyük çaplı tesisler sayılabilir ve bu bölgedeki ağaçlandırmalar halen üretime katkı sunmaktadır. 20 yüzyılın ortalarına gelindiğinde *Robiniapseudoacacia* ve kavaklarla (*Populus* sp.) yapılan çalışmalar dikkat çekicidir. Bu hususta ilk araştırmalar yine yüzyılın ortalarında İÜ Orman Fakültesinde başlatılmış ve 1968 yılında İzmit'teki "Kavakçılık Araştırma Enstitüsü"nün "Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü"ne dönüştürülmesi ile ivme kazanmıştır. Bu çalışmalarda çoğunluğu ABD kökenli olmak üzere *Pinuspinaster*, *Pinustaeda*, *Pinuselliottii*, *Pinusradiata*, *Pinuscontorta*, *Pinussichensis*, *Cupressus arizonica*, *Pseudotsugamenziesii*, ile okaliptüs ve kavak tür ve klonları denemiştir. 2000 yılı itibariyle ülkemizde çoğunluğu özel sektör tarafından yapılan yaklaşık 175 bin ha kavakplantasyouile,20 bin ha okaliptüs ve yine 20 bin ha yalancı akasya, 83 bin ha da egzotik ibreli tür (78 bin ha'ı *P. pinaster*) ağaçlandırması bulunmaktadır (Konukçu, 2001; Boydak ve Çalışkan 2014, Şekil 3). Geçen zaman zarfında, bu çalışmaların ekonomik analizi de pek çok araştırmacı tarafından yapılmış ve uygun

yetişme ortamlarında hızlı gelişen yabancı türlerin ekonomik karlılığının yüksek olduğu vurgulanmıştır (Tunçtaner ve Tulukçu 1996; Erkan 2002). Örneğin son yıllarda Karadeniz bölgesinde yapılan karşılaştırmalı bir denemede, sahil çamı plantasyonun yörenin doğal türü olan kayından hem makineli işleme, hem de işgücü ile yapılan tesislerde çok daha karlı (25-25 yıllık idaresi süresi ile % 13'e varan iç karlılık oranı) olduğu gösterilmiştir (Tunçtaner ve ark, 2012).

1980'li yıllarla birlikte endüstriyel ağaçlandırmalar önemini kaybetmiştir. Ancak, günümüzde OGM tarafından ortaya konulan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023)" ile ülkemizin odun hammaddesi ihtiyacını karşılamaya dönük olarak, yeniden planlı bir faaliyete başlanmıştır (OGM, 2013). Bu eylem planına, göre makinalı çalışmaya müsait yetişme ortamlarında kızılçam (*Pinusbrutia* Ten.), sahil çamı (*Pinusmaritima*), dişbudak (*Fraxinus* spp.), kızılağaç (*Alnus*spp.), okaliptüs (*Eucalyptus* spp.) ve kavak (*Populus* spp.) gibi hızlı gelişen türlerde toplam yaklaşık 165 bin ha alanda plantasyonlar kurulması amaçlanmaktadır. Bunun içerisinde en önemli pay yaklaşık 145 bin ha (%88) ile kızılçama aittir. Bu türe ağırlık verilmesinin temel nedenlerinin başında; ülkemizin halihazırda en geniş doğal yayılış alanına sahip olan tür olması ve verimli yetişme ortamlarında yıllık ortalama 10 m^3lük hacim artımı ile yabancı hızlı gelişen türler kadar hızlı büyümesi sayılabilir. Usta (1991), kızılçam ağaçlandırma alanlarında kızılçamın 16 yaşında, I. bonitette hektarda 27.8 m^3lük yıllık cari hacim artımı yaptığını ortaya koymuştur. Ayrıca yerli tür olması ve lokal yetişme ortamı koşullarına uygum sağlamış olması dolayısıyla biyotik ve abiyoik zararlılarla mücadelede avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Dahası, ülkemiz şartlarında silvikültürü ve ıslahı hususunda hali hazırda oldukça fazla bilgi ve tecrübe birikimi vardır.Bu doğrultuda yapılan etüd çalışmaları sonucunda tespit edilen sahaların çoğunluğunun sahil bölgelerimizde olduğu, yarıdan fazlasının İzmir, Muğla ve İstanbul Bölge Müdürlüklerinde toplandığı görülmektedir (OGM 2013, Şekil 6).



Şekil 6. Bölge müdürlükler bazında yapılacak endüstriyel ağaçlandırma sahalarının dağılımı (OGM 2013)

4. Endüstriyel ağaçlandırmalarda saha seçimi ve tesis çalışmaları

Endüstriyel ağaçlandırma eylem planında potansiyel sahalar olarak orman, hazine ve tarım alanlarında, I ve II. bonitette, en fazla % 30 eğimde, makineli çalışmaya müsait ve blok halde en az 5 ha büyüklükte alanlar seçilmiştir. Bu esnada sahanın fizyografik özellikleri, ile iklim ve toprak özellikleri ön plana çıkmaktadır. Düz ve düze yakın, derin topraklı, taşlılığın az olduğu, taban suyu veya drenaj sonunu olmayan sahalar genelde daha uygun görülmektedir (Gaddas, 1976, Birler 2009). Zira bu sahalar hem yetiştirilecek ağaçların maksimum gelişim yapabilmelerine imkan tanırken, bir yandan da endüstriyel ağaçlandırmaların gerekliliklerinden birisi olan makinalı çalışmaya imkan tanımaktadır. Ancak kızılçamın doğal yayılış alanlarında, özellikle Akdeniz bölgemizde arazi yapısının genellikle engebeli ve toprağın sığ ve taşlı-kayalı oluşu uygun saha teminini zorlaştırmaktadır.

Endüstriyel plantasyonlarda saha hazırlığında kullanılacak yöntemler de oldukça önemlidir ve arazi şartlarına göre belirlenmelidir. Genelde başarılı bir tesis için diri örtünün tarak ile temizlenmesi ve artından riperle derin toprak işlem yapılması ve en sonunda da diskaro ile tam alanda yüzeysel toprak işlemesi önerilmektedir (Boydak ve Çalışkan 2014). Riperle işleme özellikle sığ topraklarda ve geçirimsiz topraklarda önem arz etmektedir. Su açığının olduğu yarı kurak alanlarda ise riper yanında diskaro işleminin de önemi artmaktadır. Tarakla temizlik ise diri örtünün yoğun olduğu yerlerde zorunluluk arz etmektedir. Dikimden sonra bakım da son derece önemlidir. Özellikle ilk üç yıl, sıra aralarının traktör ile makinalı bakımı, sıra üstünde ise insan eliyle fidan dibi bakımı önerilmektedir. Bu durum özellikle su açığı olan yerlerde su ekonomisini düzenlemek yoluyla su açığı olmayan yerlerde ise diri örtüyle mücadele anlamında önem taşımaktadır.

5. Mevcut sorunlar ve çözüm önerileri

Endüstriyel ağaçlandırmalarla ilgi en önemli eleştiri noktaları; bu yapay plantasyonların ormanların doğal yapısının bozduğu, dolayısıyla biyoçeşitliliği, toprak ve su kaynaklarını olumsuz etkileyeceği yönündedir. Ancak, bu "popüler algı" her zaman gerçeği yansıtmamaktadır. Bir yandan bakıldığında, endüstriyel ağaçlandırmaların diğer klasik ağaçlandırmalardan temelde pek bir farklı yoktur. Ayrıca, kızılçam gibi türler doğal meşcerelerinde de tek tabakalı saf orman kuruluşuna sahiptirler ve tam kapalı verimli ormanları nadiren diğer türlere aynı alanda şans tanır. Kızılçamın yayılış alanı içerisinde arazi yapısından dolayı büyük bloklar halinde sahaların ağaçlandırmalara tahsisi zaten söz konusu olamamaktadır. Dolayısıyla plantasyonlar tesis edildikleri sahada bir dereceye kadar biyoçeşitlilikte

azalmaya neden olsa dahi, ülkemizdeki 5 milyona ha'dan fazla kızılçam ormanı içerisinde yer alacak olan yaklaşık 145 bin ha'lık plantasyon sahası (tüm kızılçam ormanlarının yaklaşık % 2,5'i) genel anlamda doğal orman yapısının bozulmayacağı neden olmayacaktır. Ayrıca su kaynaklarının kirlenmesi hususundaki endişeler de büyük ölçüde yersizdir. Bu hususta yapılan çalışmalar göstermektedir ki, ağaçlandırma sahalarında ağırlıklı olarak toprak işleme kaynaklı su kirlenmeleri geçici bir süre için olmakta, birkaç yıllık zaman diliminde su kalitesi eski halini almaktadır (Binkley et al., 1999). Ormancılık faaliyetlerin neden olduğu kirlenme çoğunlukla yerleşim yerleri, fabrikalar, yollar gibi diğer "noktasal kirlilik kaynaklarına" kıyasla son derece küçük kalmaktadır.

Uygulamada karşılaşılan sorunların başında sosyal-yönetsel sorunlar gelmektedir. Sahada uygulayıcı meslektaşların pek çoğunun endüstriyel ağaçlandırmalara olan inançları maalesef son derece düşüktür. Bu yaklaşım, bir yandan kendilerinin herhangi bir katkısı olmadan merkezde alınan kararların yukarıdan taşraya dikte edilmesinden, bir yandan da OGM çatısı altında ağaçlandırma faaliyetlerinin ikinci sınıf bir faaliyet muamelesi görmesinden ileri gelmektedir. Zira, OGM çatısı altında iş hayatının tamamına yakınını "doğal silvikültür" odaklı geçiren bir meslektaşın, yapay silvikültüre uzak tutumları hiç de sürpriz bir davranış deldir. Dahası, AGM'nin kapanması, rotasyonlar, işletme şeflerinin iş yoğunluğunun hâlihazırda çok fazla olması gibi hususlar zaman içinde hem kurumsal hafızaya zarar vermiştir, hem de çalışanların isteksizliğe itmiştir. Bu konuda OGM'nin hizmet içi eğitim faaliyetleri ile taşra personelini endüstriyel ağaçlandırma fikrine alıştırması gerekmektedir. Bunu yapmakla birlikte, mutlaka taşrada görev yapan deneyimli orman mühendislerinin de planlanan faaliyetlere ilişkin görüşleri alınmalıdır.

Bu hususta pratikte karşılaşıla en önemli teknik sorun ise plantasyona uygun sahanın tespiti ve bu sahaya uygun silvikültürel yöntemin uygulanmasıdır, yanı "sahaya-özel silvikültür" düşünme zorluğudur. Zira kızılçamın yayılış alanlarının topoğrafya, toprak ve iklim özelliklerinin son derece değişken olduğu düşünüldüğünde, tek tip bir "şablon uygulamanın" tüm sahalarda başarı getirmesi beklenmemelidir. Özel vd. (2011), bakı, yamaç durumu, fizyolojik toprak derinliği, organik madde miktarı ve ortalama yağış gibi faktörlerin kızılçamın gençlikteki büyüme performansı üzerinde etkili olduğu belirtmektedir. Belli bir işlem, bir sahada olumlu sonuç verirken diğer sahada olumsuz netice verebilir veya hiçbir etki göstermeyerek sadece zaman, emek ve para kaybına neden olabilir. Örneğin, Tolay vd. (1998), Kerpe'de sahil çamı ve radiata çamı denemelerinde farklı toprak işleme yöntemlerini (tarak, riper, disk gibi) test etmişler ve 13. yılın sonunda işlemler

arasında anlamlı bir fark oluşmasına rağmen, 20. yıla gelindiğinde işlem farklılıklarını kapandığını görmüşlerdir.

Sahada karşılaşılan en ciddi sorunlarda birisi de taraklı arazi hazırlığı sırasında ince kesim artıklarının sökülen köklerle birlikte köklerle şeritler halinde yığılmasıdır. Zira Akdeniz toprakları organik madde bakımından çok da zengin değildir. Kesim artıkları ve ölü örtüde var olan az miktardaki organik maddenin de toprak üzerinden kazınırcasına uzaklaştırılması ilerde ciddi gelişim noksanlıklarına sebep olacaktır.

Eylem planında makineli çalışmanın zorunlu tutulması bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Genelde Akdeniz bölgesinde arazinin engebeli oluşu, ortalama eğim düşük görünse dahi sahanın dalgalı veya kırıklı olması makineli çalışmayı zorlaştırmaktadır. Bu durumda diki sıraları arası mesafenin koruması mümkün olmamakta ve bu da ilerde makineli ara bakımını imkansız kılmaktadır. Dikim araları muntazam ola da engebeli arazide traktör arkasına monte edilecek olan diskaronun en ufak bir sallantıda fidanlara zarar vermesi kaçınılmazdır. Bun nedenle pratikte makineli bakım yapılamamaktadır.

Bir diğer teknik sorun ise fidan materyali ile ilgilidir. Maalesef kızılçamda pek çok deneme yapılış ve uygun orijinler tespit edilmiş olmasına rağmen, sahaya kullanılan fidanların orijini kesin bir şekilde bilinmemektedir. Dahası dikilen fidan materyalinin kalitesi tartışma götürür durumdadır. Dikim sahalarında bazen oldukça cılız, kısa ve ince çaplı fidanların kullanıldığı görülmektedir. Hâlbuki ki, endüstriyel ağaçlandırmalarda hızlı gelişim potansiyeli olan kalın çaplı ve nispeten kuvvetli fidanların kullanılması gerekmektedir. Bu hususta saha personelinin fidanlık ve ağaçlandırma tekniği uygulamalarını yeniden gözden geçirmesi gerekmektedir.

6. Sonuç

Evans (2009)'un da belirttiği üzere; "dikim ormanları (planted forests) doğal ormanların alternatifi değildir, yalnızca onlara katkı sunarlar". Bu ormanlar tesis aşamasında yapay bir ağaç tarımı gibi görünse de, ilerleyen yıllarda meşcere yaşlandıkça çoğunlukla doğal ormanlara benzerler. Özellikle yerli türlerle yapılan tesislerde bu durum oldukça belirgindir. Bu yapay ormanlar her ne kadar tam anlamıyla doğal ormanlar gibi olmasa da, aynı onlar gibi odun hammaddesi üretimi yanında diğer pek çok ürün ve hizmetin oluşumuna katkı sunarlar. Kaldı ki; ülkemizde yapılan ağaçlanmaların çoğunluğu "endüstriyel plantasyondan ziyade hızlı gelişen türlerle kurulmuş klasik ağaçlandırma" niteliği taşıdığı ifade edilmektedir (Boydak ve Çalışkan 2014). Endüstriyel ağaçlandırmalar ülke çapında yaygınlaştırılırken, "sahaya-özel silvikültürel uygulamalar" geliştirilmelidir.

Boydak (2008) verimsizleşmiş orman alanları ile verimli ormanlarda makineli çalışmaya uygun sahaları endüstriyel plantasyonlar için potansiyel saha olarak önermektedir. Bunun yanında oran dışı alanlarda yapılan ağaçlandırmalar da yine potansiyel saha olarak değerlendirmelidir. Bu doğrultuda, Türkiye ormanlarının % 3-8'nin (0.6-1.6 milyon ha) bu amaca tahsis edilmesi önerilmektedir. Ayrıca tarım alanlarının da % 2-5 inin bu amaca tahsis edilebileceği vurgulanmaktadır.

Bu önerilerin başarıya ulaşması için orman mühendisi meslektaşlarımızda bir paradigma değişimi gerekmektedir. Yapay ormanları kurarken ve işletirken doğal ormanlarda kullandığımız argümanlarla hareket edemeyeceğimizi kabul etmeli ve ona göre gereğini yapmalıyız. Aksi taktirde yapılan bütün bu çalışmalar başarıya ulaşamayacaktır.

Endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarında önceliğin halihazırda var olan ağaçlandırma sahalarına kaydırılması düşünülebilir. Devlet orman işletmeleri bu hususta güzel bazı örnekler tesis ederek özel sektöre örnek olmalı ve uzun vadede endüstriyel plantasyonların en azından bir kısmının özel sektör eliyle idare edilmesi sağlanmalıdır (Birler 2017). Verilecek bazı teşviklerle hammaddenin alıcısı olan özel sektöre bu işe paydaş olarak doğrudan katılmalıdır.

Kaynaklar

Asan Ü., 1998. Endüstriyel plantasyonlar ve Türkiye'deki uygulamalar. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar Çalıştayı, 8-9 Aralık 1998, OGM, Ankara.

Binkley, D.,Burnham, H., &Allen, H. L. (1999). Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus. Forest Ecologyand Management, 121(3), 191-213.

Birler A.S. 1995. Ormanların korunması için endüstriyel ağaçlandırmaların önemi. 2. Baskı. TEMA vakfı yayınları no 8, İstanbul, 28 s.

Birler A.S. 2009. Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 4, Düzce, 256 s.

Birler A.S., 2017. International symposium on new horizons of forestry. Süleyman Demirel University, 18-20 October 2017, Isparta, www.isfor2017.org.

Boydak M. 2008. Türkiye'de Endüstriyel Plantasyonlar ve Önemi. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus, s: 1-11.

Boydak M. ve Çalışkan S. 2014. Ağaçlandırma. OGEM-VAK, Ankara, s. 467-563.

Boydak M. ve Dirik H. 1998. Ülkemizde hızlı gelişen türlerle bugüne kadar yapılan çalışmalarda ulaşılan aşama, uygulanan politika ve stratejiler, buna bağlı olarak uygulanabilecek stratejiler ve politika önerileri. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar Çalıştayı, 8-9 Aralık 1998, OGM, Ankara.

Erkan N. 2002. Growthper formance of Turkish redpine (*Pinusbrutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. Proceedings of the IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations (Diner A., Ercan M., Goulding C., Zoralioğlu T., eds.), Poplar and Fast Growing Forrest Trees Research Institute, 11-13 September 2002, İzmit, Turkey, pp. 67-74.

Evans 2009. PlantedForests: Uses, Impactsand Sustainability. Foodand Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, http://www.fao.org/docrep/013/i0716e/i0716e00.pdf

FAO 2016. Global Forest Resources Assessment 2015: How are the world's forests changing? Second edition. FAO, Rome.

FAO 2017. Planted Forests. FAO internet sitesi. http://www.fao.org/forestry/plantedforests/en/, Erişim: 09.02.2017.

Gaddas, R.R., 1976. Selection and evaluation of sites for mechanized industrial plantations in Turkey, Report, FO:DP/TUR/71/521, WorkingDocument No. 25, Rome, Italy

Gürlevik N. ve Işık K., 2007. Gelecek 30 Yıl. Orman mühendisliği dergisi, Sayı:7-8-9, sayfa 33-

Jürgensen C.,Kollert W., Lebedys A., 2014. Assessment of Industrial Roundwood Production from Planted Forests. FAO Planted Forests and Trees Working Paper Series No. 48, Rome. http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/

Konukçu M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız. DPT Yayın No: 2630, Ankara. ISBN: 975-19-2875-3.

Kök G. 2009. Dünyada ve Türkiye'de orman ürünleri arz talep ilişkileri. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi 19-21 Şubat 2009, SDÜ, Isparta.

OGM 2013. Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023). OGM, Ankara. 96 s.

OGM 2014. Yıllara Göre Orman Tesis Çalışmaları (1946 – 2014). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

OGM 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

OGM 2017. Orman Genel Müdürlüğü 2016 Yılı İdare Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara

Özel vd., 2011, Bazı yetişme Ortamı Koşulları ile Kızılçam (Pinusbrutia Ten.) Fidanlarının Büyüme Performansı Arasındaki İlişkiler, KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı, Kahramanmaraş

Özkurt A., 2002. Türkiye'deki okaliptüs plantasyonları: problemler, yönetim ve fırsatlar. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi, Sayı:8.

Payn T.,Carnus J.M., Freer-Smith P., Kimberley M., Kollert W., Liu S., Orazio C., Rodriguez L., Silva L.N., Wingfield M.J., 2015. Changes in planted forests and future global implications. Forest Ecologyand Management 352: 57–67.

Tolay U, Ayberk S, Zoralioğlu T., Bul M. 1988. boylu bozuk baltalık sahalarda makinalı arazi hazırlığı yöntemlerinin sahilçamı ve radiata çamı türleri ile yapılan ağaçlandırmaların başarısı üzerine etkileri. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müd. Teknik Bülten No 141. İzmit

Tunçtaner K.,Daşdemirİ., Ertekin M., Özel H.B., 2012. Technical and Economical Evaluations of Maritime Pine Plantations in Western Black Sea Region of Turkey. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 62 (1): 31-45

Tunçtaner K., Tulukçu M. 1996. İzmit Kerpe pilot plantasyon alanında hızlı gelişen türlerin büyüme performansları. Kavak ve hızlı gelişen tür orman ağaçları araştırma müd. Seri no 23, s. 119-124.

UN, 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Working Paper No. ESA/P/WP/248.

Usta, H.Z., 1991. Kızılçam (Pinusbrutia Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Yayınları, 138s, Ankara.

KURAK VE ÇORAK ALANLARIN AĞAÇLANDIRILMASINDA RÜZGAR STRESİNE KARŞI STRESE DAYANIKLI *FLAVERIA* CİNSİNİN KULLANILMASI

Arş. Gör. Emre Yazar
Biyomühendislik ve Bilimleri A.B.D. Fen Bilimleri Enstitüsü. K.S.Ü.
Dr. Bülent Akgün
Orman Mühendisliği A.B.D. Orman Fakültesi. K.S.Ü.
Doç. Dr. Ferit Kocaçınar
Orman Mühendisliği A.B.D. Orman Fakültesi. K.S.Ü.
Biyomühendislik ve Bilimleri A.B.D. Fen Bilimleri Enstitüsü. K.S.Ü.

Özet

Kurak ve çorak alanların ağaçlandırılmasında kullanılan fidanlar, belirli bir olgunluğa ulaşıncaya kadar kinetik stresin olumsuz etkilerine maruz kalmaktadırlar. Kuraklık stresi ve yüksek sıcaklık, bu alanlara dikilen fidanlar üzerinde önemli ölçüde baskı oluşturmakta, bunlarla birlikte rüzgâr streside bu gibi yeni plantasyonlardabaşarıyı sınırlandıran faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle açık alan ağaçlandırmalarında rüzgâr, erozyona ve dikilen fidanların strüktürünün bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca kurak ve çorak alanlarda kumul ve toprak taşınımına etki etmektedir. Bu alanların ağaçlandırılmasında, rüzgârındikilen fidanlar ve alan üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için strese dayanabilen türler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Meksika orijinli, kuraklık stresine dayanaklı, yarı odunsu ve çok hızlı büyüyebilen Flaveria cinsine ait iki tür; C_4 fotosentetik izyoluna sahip F. bidentis ve C_3F. robusta karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bahsi geçen streslere tabi tutulan bu türler, Kahramanmaraş'ta rüzgârın yoğun olduğu açık alanda yetiştirilmiştir. Bitkilerin strese adaptasyonu fizyolojik açıdan incelenmiş, gaz değişimi, su potansiyelleri ve büyüme oranları ölçülmüştür. C_4 fotosentetik izyoluna sahip F. bidentis'in, akraba cinsi C_3 bitkisi F. robusta'ya göre kuraklık, sıcaklık stresi koşullarında daha yüksek performans gösterdiği, her iki bitkinin de rüzgâr stresine dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.Bu türlerin, özellikle İç Anadolu Bölgesi ve benzeri kurak bölgelerde ekim ve dikim yoluyla yapılması planlanan ağaçlandırma çalışmalarından önce,aynı özelliklere sahip diğer türlerle birlikte alana getirilmesi, ağaçlandırma başarısını önemli ölçüde artabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:*Rüzgâr stresi, kuraklık stresi, yüksek sıcaklık stresi, F. bidentis, F. robusta, C_3 ve C_4 fotosentezi.*

Abstract

Until they reach a certain height, the saplings, which are used for forestation of arid and barren areas are prone to wind stress. Along with detrimental effects of aridity and high temperatures, wind stress adds another damaging effect to newly planted saplings. Especially, at open area forestations, wind affects to newly planted saplings and causes erosion. Thus, for the forestation of these arid and barren areas, to decrease diminishing effects of wind stress, stress tolerant species are used. In this study, drought tolerant, woody and rapidly growing two species of Mexica originated Flaveria genus; C_4F. bidentis and C_3F. robusta were examined via comparison. Both plants were grown under stress conditions, as well as under strong wind at Kahramanmaraş. Plants were examined in terms of physiology by measuring gas exchange, water potentials and growth parameters. C_4F. bidentis, outperformed C_3F. robusta under drought and high temperature stresses, however, both plants showed high tolerance to wind stress. These species and similar species may increase success rate of forestations at arid zones such as Middle Anatolian region.

Keywords: *Wind stress, drought stress, high temperature stress, F. bidentis, F. robusta, C_3 and C_4 photosynthesis.*

1-Giriş

Dünyanın karasal alanının üçte biri su kıtlığı yaşamaktadır. Bazı iklim değişikliği tahminleri, kurak alanların sürekli olarak arttığını ve gelecekte de artacağını bildirmektedir (Alfonso ve Brüggemann, 2012). Buna ek olarak, yakın gelecekte su kıtlığı ile beraber artan sıcaklıklar, ekinlerin verimlerini düşürecektir. Bunun yanında artan atmosferik CO_2 miktarlarının ekin verimlerine bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Vanaja ve Ark., 2011).

Kuraklık stresi, bitkilerin fotosentetik sistemlerini ve büyümelerini etkilemektedir. Bitkinin kuraklık stresine ilk olarak verdiği cevap stomalarının kapanması ve böylelikle mezofil hücrelerine CO_2 difüzyonunun azalarak, asimilasyon oranının düşmesidir (Boyer, 2011). Ayrıca, bitki kuraklık stresi altında iken fotosentetik organlara düşen yoğun ışık, biyolojik moleküllerin, biyokimyasal reaksiyonların ve zarların yapısını tehdit eden aktif oksijen türlerinin (AOS: O_2^-, $^1O_2$, H_2O_2 ve OH^-) artmasına sebep olur (Nayyar ve Gupta, 2006).

Kuraklık stresinin, stomaların kapanması ile stoma ve mezofil iletkenliğini etkileyerek doğrudan fotosentezi azalttığı veya yoksa fotosentetik sisteme metabolik olarak zarar vererek bitki hayatını olumsuz etkilediği ve hatta bu iki zararın birleşerek bitkinin hayatta kalma oranını düşürdüğü konuları tartışılmaktadır (Flexas

ve Ark., 2006; Hura ve Ark., 2007; Vico ve Porporato, 2008). Tipik bir C_3 bitkisinde, kuraklık stresi bu belirtilen fizyolojik zararların neredeyse hepsine sebep olmaktadır. Buna rağmen C_4 bitkileri, yüksek su kullanım etkinlikleri, radyasyon kullanım etkinlikleri ve fotorespirasyonu ortadan kaldırmaları sayesinde, C_3 bitkilerine kıyasla kuraklık stresinden daha az etkilenmektedirler.

C_3 ve C_4 bitkilerinin kuraklık stresi altında, arazi koşullarında eko fizyolojik açıdan karşılaştırılmaları kolay değildir. Çünkü, kuraklığın süresi ve periyodu, kuraklık esnasındaki sıcaklık değerleri ve bitkilerin dormansi süreleri ile hayatta kalma yetenekleri karşılaştırmayı zorlaştıran faktörlerdir (Martin vd., 1992). Buna ek olarak, C_3 ve C_4 türleri her ne kadar doğal koşullar altında beraber yaşasalar da birçok ekosistemde sadece bir tanesi dominant durumdadır (Su ve Ark., 2012). C_3 ve C_4 türlerinin kuraklık stresi altında eko fizyolojik özelliklerinin karşılaştırıldığı detaylı derleme çalışmaları Zhu (2002) ve Chaves ve Ark., (2009) tarafından yapılmıştır.

Kurak ve çorak alanların ağaçlandırılmasında kullanılan fidanlar, belirli bir olgunluğa ulaşıncaya kadar mekanik stresin olumsuz etkilerine maruz kalmaktadırlar. Kuraklık stresi ve yüksek sıcaklık, bu alanlara dikilen fidanlar üzerinde önemli ölçüde baskı oluşturmakta, bunlarla birlikte rüzgâr stresi de bu gibi yeni plantasyonlarda başarıyı sınırlandıran faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle açık alan ağaçlandırmalarında rüzgâr, erozyona ve dikilen fidanların strüktürünün bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca kurak ve çorak alanlarda kumul ve toprak taşınımına etki etmektedir. Bu alanların ağaçlandırılmasında, rüzgârın dikilen fidanlar ve alan üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için strese dayanabilen türler, yeni ekilen ve dikilen plantasyonların korunması için kullanılmaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Fizyoloji ve anatomi çalışmalarında model bir cins olarak kullanılan, Meksika orijinli, kuraklığa dayanıklı ve çöl bitkisi olan *Flaveria* cinsi, KAM (Krassulasean Asit Metabolizması) fotosentezi hariç, bilinen bütün fotosentetik izyollarını içeren birbirleri ile çok yakın akraba bitki türlerine sahiptir (Sage, 2004; Kocaçınar ve Ark., 2008). *Flaveria* cinsinde eko-fizyolojik, anatomik, hibritleştirme ve moleküler düzeyde birçok çalışma yapılmasının sebebi bu avantajlardır (Brown ve Ark., 2005).

Bu çalışmanın amacı, rüzgâr stresi altındaki *Flaveria* cinsinde, kuraklık stresinin C_4 ve C_3türlerinde, gaz değişimi, su kullanım etkinliği ile büyüme ve gelişmeleri üzerindeki etkisini araştırmak, kuraklık stresi koşulları altında olmayan kontrol grubu bitkileriyle aynı ölçümleri gerçekleştirerek, karşılaştırılmalı olarak ortaya koymaktır.

2-Materyal ve Metod

2.1 Bitki Materyali

Çalışmada, Dr. Ferit Kocaçınar'ın temin ettiği *F. bidentis* ile Dr. Udo Gowik'in temin ettiği (Düsseldorf Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya) *F. robusta* türleri kullanılmıştır.

Bitkiler temin edildikten sonra, K.S.Ü. (Avşar Kampüsü, Kahramanmaraş)'nün kuzeyinde bulunan seranın rüzgâra maruz kalan dış alanında yetiştirilmiştir. Tüm bitkiler 4.0 l saksılarda veya ihtiyaca göre 2.0 l hacmindeki plastik torbalarda; torf, perlit, vermikülit ve kırmızı toprak (sırasıyla v/v/v/v %25, %12.5, %12.5 ve %50) karışımına ekilmiştir. Kuraklık stresi denemelerinin haricindeki bitkiler yaz aylarında iki günde veya günde bir, bahar aylarında ise üç günde veya dört günde bir sulanmışlardır. Bitkilerin ihtiyacına göre 1X Hoagland besin çözeltisi eklenmiştir. Bitki büyümesinin optimum koşullarının sağlanması için, bitkiler maksimum gün ortası ışınımının 1200 ile 1600 µmol foton m^{-2} s^{-1} aralığında ve sıcaklığın gündüz/gece oranının 20-25/15-20 °C aralığında olduğu 2017'nin bahar aylarında yetiştirilmiştir.

2-2.Metot

Tüm türlerde bağıl büyüme oranı, hasat endeksi, karbon partisyonu ve su potansiyeli ölçülmüştür. Bu ölçümler optimal büyüme koşullarında gerçekleştirilmiştir. Büyüme evresi boyunca çoklu örnekler alınarak bağıl büyüme oranı ile beraber son ürün miktarı ortaya konulmuştur. Yapraklar, gövdeler, kökler ve üreme organları gibi büyük dokular ayrılarak karbon partisyonu ve hasat endeksi ortaya konulmuştur. Daha sonra kuraklık stresi koşulu altında bitkiler yetiştirilmiştir.

Uygulamaların sonucunda, kuraklık denemelerin bitkilerde meydana getirdiği su potansiyeli sonuçlarını belirlemek amacıyla gün ortası su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Bitki su potansiyelinin belirlenmesinde basınç çemberi tekniği kullanılmıştır. Bitki su potansiyeli ölçümlerinde, ölçümler Basınç Çemberi cihazı (PMS Instruments Company, Oregon, A.B.D.) ile yapılmıştır.

Bitkilerde, yaprak gaz değişimi parametreleri taşınabilir GFS-3000 Model (Walz GmbH, Effeltrich, Almanya) fotosentez-flüoresans sistemi cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümlere günlük olarak sabah, yani stomaların açık olduğu saatlerde başlanmış ve GFS-3000 Model taşıyıcı programı bilgisayara aktarılarak bitkilerin CO_2 asimilasyon oranı (A), transpirasyon (E) ve stoma iletkenliği (G_{H2O}) ölçülmüştür. Bu ölçümler neticesinde, A-PAR, E-PAR, G_{H2O}-PAR ve WUE-PAR eğrileri oluşturulmuştur. Karanlığa adapte edilmiş bitkilerde, 2000 µmol m^{-2} s^{-1}

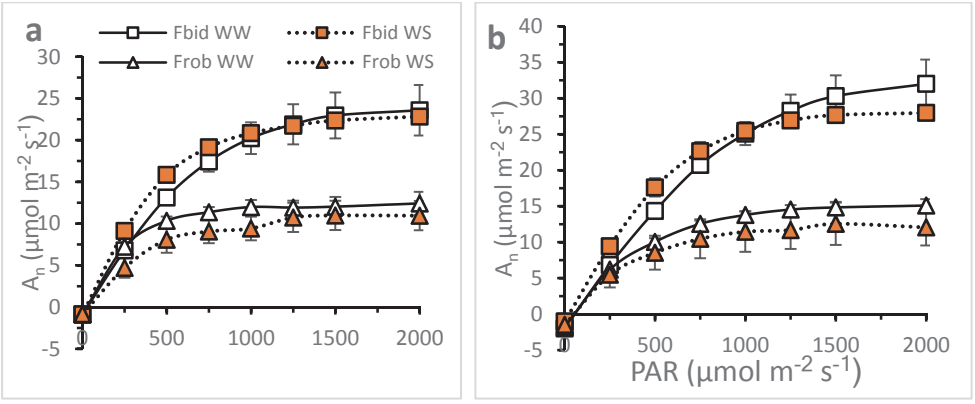
fotosentetik aktif radyasyon değerine kadar, 250 µmol m^{-2} s^{-1} birim artan ışık şiddetlerinde ışığa cevap eğrileri oluşturulmuştur.

Bu analizlerden sonra bitkilerin yaprak yüzey alanı LI-COR marka, LI-3000C model (LI-COR Corp., Nebraska, A.B.D.) yaprak yüzey alanı ölçüm cihazı ile ölçülmüş, bitkilerin yaş ağırlıkları ve kuru ağırlıkları ortaya konmuştur. Ölçülmüş olan yaş ve kuru ağırlık değerleri kullanılarak, hasat indeksi, bağıl büyüme oranı, kök/gövde oranı ve büyüme oranı değerleri hesaplanmıştır.

Bu çalışma sonundaelde edilen boy ve çap artımı ve su potansiyeli verileri tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuş, türlerin ve bu türlerin uygulamaları arasındaki farkların karşılaştırılması Fisher LSD karşılaştırma testi (α=0.05 önem seviyesinde) kullanılarak Sigma-Plot (Systat, San Jose, CA, A. B. D.) paket programı yardımıyla yapılmıştır.

3-Bulgular

Flaveria cinsinin farklı iki sıcaklıktaki (25 ve 35°C) net fotosentez değerleri incelendiğinde, sıcaklık değeri ve stresten etkilenmeksizin, C_4*F. bidentis*'in en yüksek net fotosentez değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Her iki sıcaklık değerinde, *F. bidentis* ve *F. robusta* kuraklık stresi altında, yüksek asimilasyon kaybı göstermemiştir (Şekil 1a ve b).

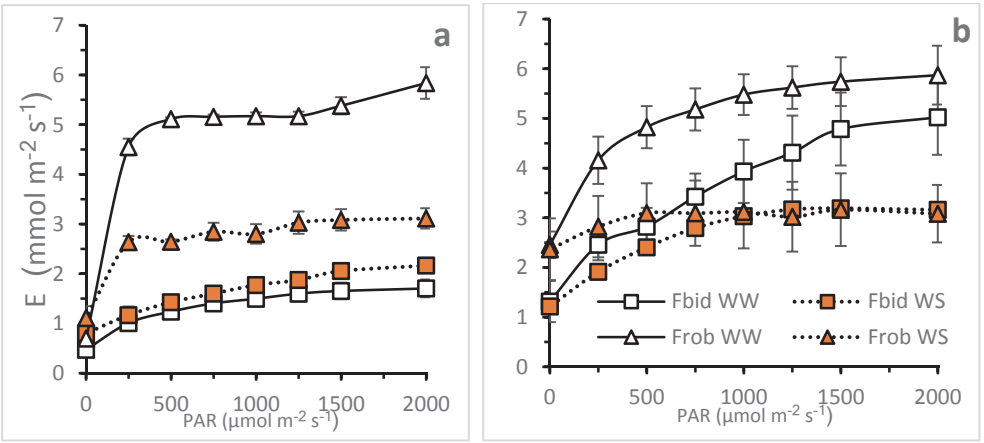


Şekil 1.*Flaveria* cinsinde (a) 25 °C yaprak sıcaklığında ve (b) 35 °C yaprak sıcaklığında ışığa cevap (A-PAR) eğrileriFbid: *F. bidentis*, Frob: *F. robusta*, WW: kontrol, WS: Su stresi, n=5, barlar ± SE, Lejant (a) tüm grafikler için geçerlidir

Artan ışık şiddetlerinde, 25 °C yaprak sıcaklığında bitkilerin terleme oranlarına bakıldığında, C_4*F. bidentis*'in 1-2 mmol m^{-2} s^{-1} aralığında en düşük

transpirasyona sahip olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek transpirasyon oranına, C_4 bitkisinin 3-4 katı terleme oranıyla C_3 bitkisi *F. robusta* sahiptir. Kuraklık stresi altında ise, C_3 bitkisinin kuraklık stresi grubunun yaklaşık 1.5 katı transpirasyon değerlerine sahiptir (Şekil 2a).

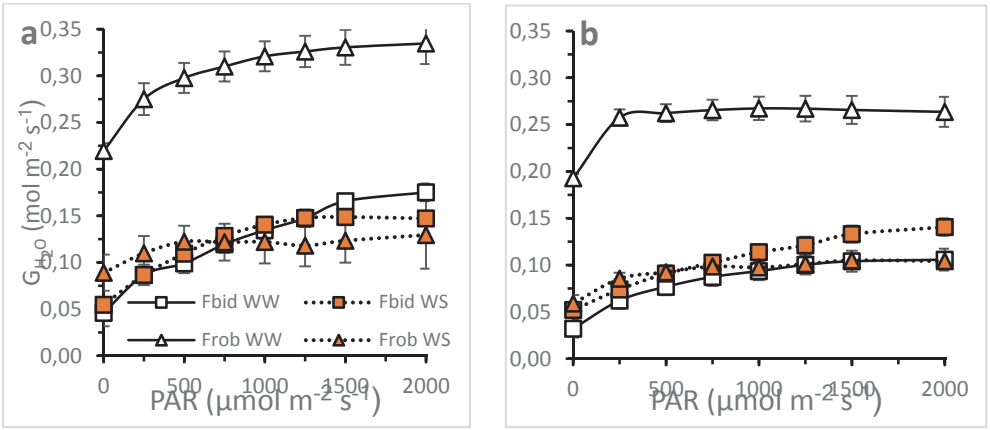
Sıcaklık arttığında, C_4 türünün kontrol ve stres gruplarında terleme oranlarında artış görülmüştür. C_4 bitkisinde gözlenen artış yaklaşık 2-3 mmol m^{-2} s^{-1}'dir. C_3 bitkisinde ise düşük sıcaklık ile yüksek sıcaklık arasında, kontrol ve stres grubu arasında önemli bir fark yoktur (Şekil 2b).



Şekil 2.*Flaveria* cinsinde (a) 25 °C yaprak sıcaklığında ve (b) 35 °C yaprak sıcaklığında ışığa cevap (E-PAR) eğrileri. Fbid: *F. bidentis*, Frob: *F. robusta*, WW: kontrol, WS: Su stresi, n=5, barlar ± SE, Lejant (b) her iki grafik için geçerlidir

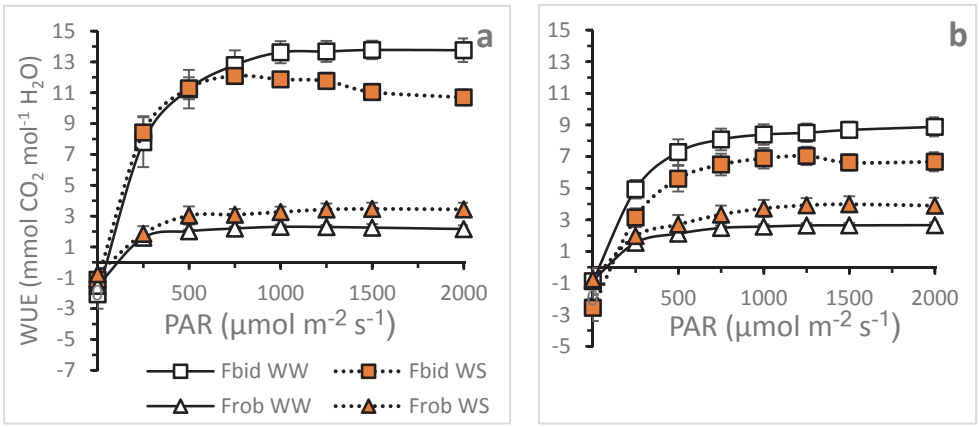
25 °C yaprak sıcaklığında gerçekleştirilen stoma iletkenliği ölçümlerinde en yüksek değerler C_3 bitkisinin kontrol grubuna aittir. C_4 bitkisi ile C_3 bitkisi arasındaki fark yaklaşık 1.3 mol m^{-2} s^{-1}'dir. Kuraklık grupları incelendiğinde, en yüksek değerler C_4türüne aitken, en düşük değerler C_3*F. robusta*'ya aittir (Şekil 3a).

Yaprak sıcaklığı 35 °C'ye ulaştığında ise, 25 °C yaprak sıcaklığında gözlenen trend devam etmiştir. Fakat C_3*F. robusta* ve C_4*F. bidentis*'in kontrol gruplarında ve tüm bitkilerin stres gruplarında genel olarak 0.05-0.07 mol m^{-2} s^{-1} aralığında düşüş gözlenmektedir (Şekil 3b).



Şekil 3.*Flaveria* cinsinde (a) 25 °C yaprak sıcaklığında ve (b) 35 °C yaprak sıcaklığında ışığa cevap (G_{H20}-PAR) eğrileri. Fbid: *F. bidentis*, Frob: *F. robusta*, WW: kontrol, WS: Su stresi, n=5, barlar ± SE, Lejant (a) her iki grafik için geçerlidir.

Flaveria cinsinde, artan fotosentetik aktif radyasyona karşılık su kullanım etkinlikleri hesaplanmıştır (Şekil 4). Yaprak sıcaklığı ve uygulama fark etmeksizin, C_4*F. bidentis* diğer türden açık ara daha yüksek değerlere sahiptir. Buna rağmen, diğer türde kuraklık stresi söz konusu olduğunda çok fazla kayıp göstermezken, *F. bidentis* yaklaşık 2-3 mmol CO_2 mol^{-1} H_2O etkinlik kaybına uğramıştır. Ayrıca, tüm bitkiler 35°C yaprak sıcaklığında, 25°C'ye göre düşüş göstermişlerdir. Bahsedilen sıcaklık değerinde *F. bidentis*, en yüksek değere sahipken, 25 °C yaprak sıcaklığına göre neredeyse yarı yarıya etkinlik kaybı göstermiştir (Şekil 4b).



Şekil 4.*Flaveria* cinsinde (a) 25 °C yaprak sıcaklığında ve (b) 35 °C yaprak sıcaklığında ışığa cevap (WUE-PAR) eğrileri. Fbid: *F. bidentis*, Frob: *F. robusta*, WW: kontrol, WS: Su stresi, n=5, ± SE, Lejant (a) her iki grafik için geçerlidir.

Flaveria cinsinde büyüme oranlarına bakıldığında, C_4 bitkisi *F. bidentis*'in, büyüme ve bağıl büyüme oranları açısından, kuraklık stresinden etkilenmeden diğer türlerin önünde yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, bu bitkinin toplam yaş ve kuru ağırlık değeri olarak diğer iki türden de daha yüksektir.

Hasat endeksleri incelendiğinde C_3*F. robusta*'nın hem kuraklık hem de su stresi altında daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yaprak yüzey alanı açısından da bu bitkinin kuraklık ve stres grubu diğer türlerden daha yüksek değerlere sahiptir.

Su potansiyellerine bakıldığında, bitkilerin kuraklık gruplarının yaşamlarını tehdit edecek seviyede (>2.5 MPa) olduğu, kontrol gruplarının ise yeterli miktarda sulanmış oldukları (<1.5 MPa) görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. *Flaveria* cinsine ait büyüme verileri ve su potansiyelleri

	K /G	Büyüme Oranı ($gr\ d^{-1}$)	Bağ. Büy. Oranı ($gr\ gr^{-1}\ d^{-1}$)	Hasat En. -	Top. Yaş Ağır. (gr)	Toplam Kuru Ağırlık (gr)	Yaprak Y. Alanı (cm^2)	Su Pot. (MPa)
F.b Ww	0.29± 0.07[a]	0.4± 0.07[a]	0.41± 0.023[a]	0.25	110.7± 3.43[a]	26.12± 1.5[a]	726.19± 15.86[a]	1.55± 0.18
F.b Ws	0.24± 0.05[a]	0.36± 0.009[a]	0.351± 0.019[a]	0.24	65.4± 2.22[b]	16.26± 1.28[b]	644.64± 10.3[b]	2.95± 0.16
F.r Ww	0.42± 0.009[b]	0.36± 0.013[a]	0.311± 0.006[c]	0.34	90.8± 6.9[d]	19.79± 7.15[b]	1091.05±38.2[d]	1.17± 0.1
F.r Ws	0.30± 0.002[a]	0.31± 0.022[b]	0.295± 0.002[c]	0.3	67.83± 5.43[b]	8.97± 3.38[c]	821.57±39.1[c]	2.96± 0.23

F.b: *F. bidentis*, F.r: *F. robusta,* WW: kontrol, WS: Su stresi, K/G: kök gövde oranı, Hasat en.: Hasat endeksi, Yaprak Y.: Yaprak Yüzey, Su pot.: Su potansiyeli n=5, ± SE, sütunlara ait farklı harfler değişik önem derecesini göstermektedir ($p \leq 0.05$).

4-Tartışma

Artan ışık altında *Flaveria* cinsinin türleri ve bu türlerin uygulamalarının net asimilasyon oranları incelendiğinde, yaprak sıcaklığı ve uygulama farkı olmaksızın C_4*F. bidentis*'in diğer türe olan üstünlüğü görülmektedir (Şekil 1). *F. bidentis*'e en yakın asimilasyon değerleri ve *F. robusta*'nın kontrol grubu gelmekte ve en düşük değerleri *F. robusta*'nın stres grubu göstermektedir. Bu çalışmada ölçülen değerler, *Flaveria* cinsi için literatürde daha önce ölçülen net asimilasyon değerleri ile örtüşmektedir (Huxman ve Monson, 2003; Krall ve Ark., 1991; Ubierna ve Ark., 2013).

Artan ışık şiddetinde, transpirasyon oranları incelendiğinde, her iki yaprak sıcaklığında da benzer bir trend gözlenmiştir. Bu trende göre, C_4 bitkisi hem kontrol hem de stres grubunda en düşük transpirasyon oranına sahipken, en yüksek transpirasyon oranına ise C_3 bitkisi *F. robusta* sahiptir. Genel olarak, 35 °C yaprak sıcaklığında tüm bitkilerde, 25 °C yaprak sıcaklığına göre daha çok terleme gerçekleşmiştir (Şekil 2). Bahsedilen yaprak sıcaklıklarındaki terleme oranları gerek kontrol değerleri ve gerekse kuraklık stresi değerleri açısından, birçok çalışmadaki C_3 ve C_4 türlerinin değerleri ile uyum içerisindedir (Brown ve Ark., 1986; Monson ve Jaeger, 1991; von Caemmerer, 2000; Osborne ve Sack, 2012; Kocaçınar, 2015).

Flaveria cinsinin türlerine ait stoma iletkenliğinin artan ışık şiddetine cevabı Şekil 3'te görülmektedir. Farklı fotosentetik izyollarına sahip bu türlerin stoma iletkenlikleri beklendiği üzere C_4 bitkisi en az ve C_3 bitkisi en yüksek olmak üzere bir trend göstermiştir. Ayrıca, yaprak sıcaklığı arttıkça stoma iletkenliği açısından tüm türlerde belirgin bir düşüş görülmektedir Trendin bu şekilde olmasının nedeni, daha önce de açıklandığı gibi, C_4 bitkilerinin daha düşük stoma açıklığı ile, daha az terlemeye ve daha çok net asimilasyona sahip olmasıdır (Way ve Ark., 2014). Transpirasyon oranı ve stoma iletkenliği, genellikle C_3 bitkilerinde sıcaklıkla beraber artmaktadır (Urban ve Ark., 2017*a* ve *b*). Buna rağmen, yaprak sıcaklığı 10 °C arttığında, C_3 bitkisinde ve C_3-C_4 ara türünde istatistikî olarak önemsiz de olsa belirli bir miktarda stoma iletkenliği kaybı yaşanmıştır.

Net fotosentezin transpirasyona oranı, yani su kullanım etkinliği, *Flaveria* cinsleri ve farklı uygulamaları için hesaplanarak, Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4a'da görüleceği üzere, kontrol ve stres gruplarında C_4 bitkisi neredeyse 5 kat daha fazla su kullanım etkinliğine sahiptir. Yaprak sıcaklığı arttığında ise, diğer bitki ile C_4 bitkisi arasında fark 4 kata kadar azalmıştır (Şekil 4b). C_4 haricindeki bitkilerde, su kullanım etkinliği sıcaklık ile çok değişmezken, C_4 bitkisinde 2-3 mmol CO_2 mol^{-1} H_2O düşüş dikkat çekmektedir. Bunun nedeni, sıcaklıkla beraber artan transpirasyon oranıdır (Şekil 42b). *Flaveria* cinsinin C_4 fotosentetik izyoluna sahip bireyleri, C_3türü ile

kıyaslandığında, her zaman daha yüksek WUE'ye sahiptir (Kocaçınar ve Sage, 2003).

Flaveria cinsinin farklı fotosentetik izyoluna sahip bireyleri, büyüme açısından karşılaştırıldığında, C_4 bitkisinin diğer iki bitki türüne göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Büyüme oranı açısından C_3 ve C_4 türünün kontrol grupları arasında istatistikî olarak önemli bir fark gözlenirken, bağıl büyüme açısından önemli bir fark gözlenmemiştir (Tablo 1). Fakat yaş ve kuru madde miktarlarında önemli derecede bir fark gözlenmiştir. C_4 bitkisinin, görece yüksek asimilasyon özelliği, diğer iki türe göre büyümesine ve organik materyal birikimine önemli derecede katkıda bulunmuştur. Ayrıca, kök/gövde oranının düşüklüğü de dikkati çekmektedir. Bunun nedeninin, *Cleome* cinsinde olduğu gibi, C_4 bitkilerinin daha az suya ihtiyaç duyması ve kök sistemine daha az yatırım yapması olduğu öne sürülebilir (Pearcy ve Ark., 1981; Kocaçınar, 2015). C_4 bitkileri, benzer C_3 bitkileri ile karşılaştırıldığında, bu çalışma ile benzer trendler daha önceki çalışmalarda da vurgulanmıştır (Sage ve Pearcy, 1987; Kocaçınar, 2015).

Kuraklık stresi altında, tüm bitkilerde yaprak yüzey alanında bir azalma gözlenmiştir. C_3 bitkilerinin, daha fazla RuBisCO miktarına, doğal olarak daha fazla klorofil miktarına, sonuç olarak daha fazla yaprak yüzeyine ihtiyaçları vardır. Diğer bir ifade ile, C_4 bitkileri birim alanda daha az hücreler arası boşlukla daha yüksek asimilasyon yaptıkları için daha az yüzey alanına ihtiyaç duymaktadırlar (Dengler ve Ark., 1994).

Hasat endeksi açısından, C_3 türünün, kontrol ve kuraklık stresi altında C_4 bitkisinden yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Hasat endeksi hesaplanırken, tohum/kuru madde oranının kullanılması bu görüngüye sebep olmuştur. Çünkü C_4 bitkisi diğer iki türe göre daha fazla kuru maddeye sahip olmakta ve böylelikle aynı miktarda veya daha fazla tohum üretse de düşük hasat indeksi değerine sahip olmaktadır.

Büyüme oranları genel olarak incelendiğinde, C_4 bitkisinin kuraklık stresinden diğer türler kadar etkilenmediği görülmektedir. Dikkati çeken diğer bir nokta ise, C_3 türünün kontrol ve kuraklık stresi grubunun büyüme değerleri diğer türden düşük görünse de en az kayıp bu türde gerçekleşmiştir. Bunun nedeni olarak, *Flaveria* cinsine ait bitkilerin doğal ortamlarının kurak ve yarı-kurak ortamlar olması ve *F. robusta*'nın bahsedilen alanlara adaptasyonunun yüksek olması gösterilebilir (McKown ve Ark., 2005; Sudderth ve Ark., 2007; Kocaçınar ve Ark., 2008).

5-Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışma sonucunda, C_4 bitkilerinin kurak, çorak ve rüzgâr stresi altındaki alanlarda, C_3 bitkilerine göre, büyüme ve gelişme ile fotosentez açısından daha avantajlı olduğu ortaya konmuştur. Fakat C_3 bitkisi de C_4 bitkisi kadar avantajlı olmasa da bahsedilen stres koşulları altında hayatını idame ettirmektedir.

Türkiye'de, örneğin Konya-Karapınar gibi bu tarz alanlarda, çabuk büyüyen ve kuraklık stresine dayanıklı bu gibi türlerin, ağaçlandırma çalışmalarında rüzgâr stresine karşı fidanları bu stresin etkisinden korumak ve ayrıca diri örtüyü arttırmak amacıyla kullanılmalıdır.

6-Kaynaklar

Alfonso, S. U., and Brüggemann, W. 2012. Photosynthetic responses of a C_3 and three C_4 species of the genus *Panicum* (s.l.) with different metabolic subtypes to drought stress. Photosynth. Res.,112: 175-191.

Boydak, M., ve Çalışkan, S. 2014. Ağaçlandırma. Ogem Vak. Ankara.

Boyer, J. S. 2011. Drought decision-making. J. Exp. Bot. doi: 10.1093/jxb/err118.

Brown, R. H., Basset, C. L., Cameron, R. G., Evans, P. T., Bouton, J. H., Black, C. C., Sternberg, L. O'R., and DeNiro, M. J. 1986. Photosynthesis of F_1 hybrids between C_4 and C_3-C_4 species of *Flaveria*. Plant Physiol., 82: 211-217.

Chaves, M. M., Flexas, J., and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plants to cell. Annals of Botany, 103, 551-560.

Dengler, N. C., and Nelson, T. 1999. Leaf Structure and development in C_4 plants. In: Sage R. F. Monson R. K. (Ed.), C_4 plant biology. San Diego, CA: Academic Press, pp.133-172.

Flexas, J., Bota, J., Galmés, J., Medrano, H., and Ribas-Carbó, M. 2006. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiol. Plant., 100, 424-432.

Hura, T., Hura, K., Grezesiak, M., and Rzepka, A. 2007. Effect of long-term drought stress on leaf gas exchange and fluorescence parameters in C_3 and C_4 plants. Acta Physiol. Plant.,29, 103-113.

Huxman, T. E., and Monson, R. K. 2003. Stomatal responses of C_3, C_3-C_4 and C_4*Flaveria* species to light and intercellular CO_2 concentration: implications for the evolution of stomatal behaviour. Plant Cell & Environment,26 (2): 313- 322.

Kocacinar, F., and Sage, R. F. 2003. Photosynthetic pathway alters xylem structure and hydraulic function in herbaceous plants. Plant, Cell and Environment, 26: 2015-2026.

Kocacinar, F., McKown, A. D., Sage, T. L., Sage, R. F. 2008. Photosynthetic pathway influences xylem structure and function in *Flaveria* (Asteraceae). Plant, Cell and Environment, 31: 1363-1376.

Kocacinar, F. 2015. Photosynthetic, hydraulic and biomass properties in closely related C_3 and C_4 species. Physologia Plantarum, 153 (3): 454-466.

Krall, J. P., Edwards, G. E., and Ku, M. S. B. 1991. Quantum yield of Photosystem II and efficiency of CO_2 fixation in *Flaveria* (Asteraceae) species under varying light and CO_2. Australian Journal of Plant Physiology,18(4): 369-383.

Martin, C. E., Harris, F. S., and Norman, J. 1991. Ecophysiological Responses of C_3 Forbs and C_4 grasses to drought and rain on tallgrass prairie in Northeastern Kansas. Bot. Gaz., 152, 257-262.

McKown, A. D., Moncalvo, J. M., and Dengler, N. C. 2005. Phylogeny of *Flaveria* (Asteraceae) and inference of C_4photosynthesis evolution. American Journal of Botany, 92:1911–1928.

Monson, R. K., Jaeger, C. H. 1991. Photosynthetic Characteristics of C_3-C_4 Intermediate *Flaveria floridana* (Asteraceae) in Natural Habitats: Evidence of Advantages to C_3-C_4Photosynthesis at High Leaf Temperatures.American Journal of Botany, 78(6): 795-800.

Nayyar, H., and Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C_3 and C_4 plants to water deficit stress: Association with oxidative stress and antioxidants. Environ. and Exp. Bot., 58, 106-113.

Osborne, C. P., and Sack, L. 2012. Evolution of C_4 plants: a new hypothesis for an interaction of CO_2 and water relations mediated by plant hydraulics. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci., 367(1588):
583-600.

Pearcy, R. W., Tumosa, N., Williams, K. 1981 Relationships between growth, photosynthesis and competitive interactions for a C_3 and a C_4 plant. Oecologia, 48: 371–376.

Sage, R. F., and Pearcy, R. W. 1987. The Nitrogen use Efficiency of C_3 and C_4 Plants. Plant Physiol.,84 (3): 954-958.

Sage, R.F. 2004. The Evolution of C_4 photosynthesis. New Phytol., 161: 341-370.

Su, P., Yan, Q., Xie, T., Zhou, Z., and Gao, S. 2012. Associated growth of C_3 and C_4 desert plants helps the C_3 species at the cost of C_4 species. Acta Physiol. Plant., 34, 2057-2068.

Sudderth, E. A., Muhaidat, R. M., McKown, A. D., Kocacinar, F., and Sage, R. F. 2007. Leaf anatomy, gas exchange and photosynthetic enzyme activity in *Flaveria kochina*. Functional Plant Biology, 34:
118-129.

Ubierna, N., Sun, W., Kramer, D. M., and Cousins A. B. 2013. The efficiency of C_4 photosynthesis under low light conditions in *Zea mays, Miscanthus* x *giganteus* and *Flaveria bidentis*. Plant, Cell and Environment, 36: 365-381.

Urban, J., Ingwers, M. W., McGuire, M. A., and Teskey, R. O. 2017*a*. Increase in leaf temperature opens stomata and decouples net photosynthesis from stomatal conductance in *Pinus taeda* and *Populus*
deltoides x *nigra*. Journal of Experimental Botany, 68 (7): 1757-1767.

Urban, J., Ingwers, M. W., McGuire, M. A., and Teskey, R. O. 2017*b*. Stomatal conductance increases with rising temperature. Plant Signaling and Behavior, doi:10.1080/15592324.2017.1356534

Vanaja, M., Yadav, S. K., Archana, G., Lakshmi J. N., Reddy, P. R. R., Vagheera, P., et al., 2011. Response of C_4 (maize) and C_3 (sunflower) crop plants to drought stress and enhanced carbon dioxide concentration. Plant Soil Environ.,5, 207- 215.

von Cammerer, S. 2000. Biochemical models of leaf photosynthesis. CSIRO publishing. Collingwood, Australia.

Vico, G., and Porporato, A. 2008. Modelling C_3 and C_4 photosynthesis under water-stressed conditions. Plant Soil.,313, 187- 203.

Way, D. A., Katul, G. G., Manzoni, S., and Vico, G. 2014. Increasing water use efficiency along the C_3 to C_4 evolutionary pathway: a stomatal optimization perspective. Journal of Experimental Botany, 66
(17): 1-11.

Zhu, J. K. 2002. Salt and drought stress transduction in plants. Annu. Rev. Plant Biol.,53, 247-273.

KURAK ve YARI-KURAK ALANLARDA YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN BAZI ODUNSU TÜRLERİN KURAKLIK STRESİNE KARŞI DAYANIKLILIKLARININBELİRLENMESİ

Dr. Bülent Akgün
K.S.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46050, Kahramanmaraş

Arş.Gör. Emre Yazar
K.S.Ü. Biyomühendislik ve BilimleriA.B.D., 46050, Kahramanmaraş

Doç.Dr. Ferit Kocaçınar
K.S.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46050, Kahramanmaraş

Özet

Yeryüzünde giderek artan küresel ısınma ve iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşmeninetkisini önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu etkiler sonucunda meydana gelen tahribattan en çok etkilenenlerin başında orman ekosistemleri gelmektedir. Mevcut orman alanlarındaki önemli olumsuz etkilerinin yanı sıra yeni tesis edilen bitkilendirme ve ağaçlandırma çalışmalarında da kuraklık ve çölleşmenin olumsuzektileriyle karşılaşılmaktadır. Türkiye'de bu olumsuz koşulların en fazla görüldüğü bölgeler İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir. Bu bölgelerde sıcaklıklar yüksek, yağış miktarı ise oldukça düşüktür. Bu çalışma 2015 yılı vejetasyon döneminde, Konya'nın Karapınar İlçesinde yapılmıştır. Yörede yapılan ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan bazı odunsu türlerin kuraklık koşullarında fizyolojik özellikleriincelenmiştir. Çalışma alanında bulunan,Haloxylon persicum Bunge, Robinia pseudoacaciaL. ve Elaeagnus angustifoliaL. türlerinde doğal koşullarda gaz değişimlerive su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Bu türlerden en yüksek net fotosentez hızı H.persicum türünde elde edilirken, en düşük net fotosentez hızı R. pseudoacacia türünde ölçülmüştür. Gün ortası ve şafak öncesi su potansiyeli en düşükH. persicum'da, en yüksek ise E. angustifolia türünde elde edilmiştir.Bu veriler ışığında, kurak ve yarı kurak koşullarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarında yüksek net fotosentez hızı, düşük su potansiyeli ölçülenH. persicum türünün fizyolojik açıdan daha başarılı olduğu, çalışmada kullanılan diğer türlerin ve yöreye adaptasyon sağlayan odunsu türlerin, bu gibi kuraklık stresi altındaki alanlarda kullanımının uygun olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Haloxylon persicum, Robinia pseudoacacia, Elaeagnus angustifolia, Kurak ve yarı-kurak alanlar,Kuraklık stresi, Karapınar.*

Abstract

The increasing negative effects of global warming and climate change on the Earth, dramatically amplifies drought stress and desertification. As a result, these negative effects, leads to destructions primarily in forest ecosystems. Diminishing effects of drought stress and desertification not only affects the existing forest areas but also virgin plantations and forestation. In Turkey, these detrimental effects occurring mostly in Middle Anatolian and Southeastern Regions. In these regions, mean temperatures are relatively high and precipitation is extremely low. This study was carried out in the vegetation period of 2015 at the Karapınar district of Konya. At this region, some woody species, which are used for forestation purposes were investigated in terms of physiology. Gas exchange and water potentials of Haloxylon persicum Bunge, Robinia pseudoacacia L. and Elaeagnus angustifolia L. were assayed. H. persicum yielded highest photosynthesis rate among these species, and R. pseudoacacia yielded the lowest photosynthesis rate. Mid-day and pre-dawn water potentials were lowest in H. persicum, and highest in E. angustifolia. In the light of this data, we reached to a conclusion thatH. persicum, which yielded highest photosynthesis rate and lowest water potentials, was the more successful species in terms of physiology, and the other woody species, which were drought-adapted, could be used for forestation of these arid and semi-arid lands.

Keywords: *Haloxylon persicum, Robinia pseudoacacia, Elaeagnus angustifolia, Arid and semi-arid lands, Drought stress, Karapınar.*

1. Giriş

Yeryüzünde farklı iklim kuşakları yer alması ile vejetasyon farklılığı da ortaya çıkmaktadır. Dünya üzerindeki toprakların yaklaşık %33'ünün kurak, yarı kurak ve verimsiz çöl alanı olduğu belirtilmektedir (UNCCD, 2010). Türkiye yağış haritasına göre 20 bin hektar (ha) alan kurak ve 31 milyon (ha) alan yarı kurak olarak belirtilmektedir (Ürgenç, 1998). Son zamanlarda yaşanan iklim değişikliği, küresel ısınma, antropojenik etkiler ve bunlarla birlikte doğal vejetasyonların tahribatı sebebiyle bu alanların çok daha geniş olduğu tahmin edilmekte, ayrıca bu alanların her geçen gün arttığı da bilinmektedir.

Erinç kuraklık indisi değerlerine göre ise, Türkiye genel alanının %75'i kurak ve yarı-kurak alan olarak belirtilirken, bu alanlar yılın 5 ile 8 ayını, özellikle vejetasyon döneminde, kurak ve yarı-kurak iklim koşullarında geçirdiği saptanmıştır (Çalıkoğlu ve Tilki, 2004). Bu dönem aralığı, orman ağaçları ile diğer odunsu ve otsu vejetasyonun aktif olduğu, büyüme dönemi olan Nisan ile Ekim aylarına denk gelmektedir (Taşdemir, 2002; Çalıkoğlu ve Tilki, 2004). Türkiye topraklarının büyük bir bölümüne bu zaman aralığında az miktarda yağış düşmektedir. Yağış miktarının azlığına, yüksek sıcaklıkların da eklenmesiyle, ortaya çıkan potansiyel

evapotranspirasyon fazla olmaktadır. Bu nedenle toprak suyu hızla azalmakta ve özellikle Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında aşırı kuraklıklar meydana gelmektedir. Bu alanlarda yaşayan bitkilerde fazla miktarda su kaybı meydana gelmekte ve bitkiler su stresine girmektedirler. Kuraklık stresinin yaşandığı tuzlu ve çoraklaşmış alanlarda stres koşulları daha da çok artmaktadır. Stres koşulları bitkilerin büyüme ve gelişmesinde, beraberinde de verimliliği üzerinde olumsuz etkiler bırakmakta olup, yayılışlarını sınırlayarak tamamen kuruyup yok olmalarına neden olmaktadır (Kozlowski ve Pallardy, 1997; Kocaçinar ve Sage, 2004; McDowell ve Ark., 2008; Allen ve Ark., 2009). Ayrıca aşırı stres koşulları, yapılacak ağaçlandırmalardaki tür seçimini sınırlamakta ve dikilen fidanların tutma başarısını da oldukça düşürmektedir.

İç Anadolu Bölgesinde, son yıllardaki ağaçlandırmaların büyük bir bölümünün yarı-kurak mıntıkalarda yapıldığı ve potansiyel ağaçlandırma alanlarının çoğunluğunun da bu bölgelerde bulunduğu bilinmektedir (Güner ve Ark., 2011). Türkiye'nin büyük bir bölümünün kuraklık kuşağında olması ve kurak yılların yaşanması, kuraklıkla sürekli karşı karşıya kalındığını göstermektedir. Ayrıca, Türkiye'de farklı coğrafik ve jeomorfolojik yapıların olması farklı iklim tiplerinin meydana gelmesine neden olmaktadır (Kocaçinar ve Ark., 2010). Bunun sonucunda, verimli vejetasyon alanlarının bulunmasıyla birlikte, bitki örtüsü çeşitliliği ve verimliliği açısından oldukça fakir olan yarı-kurak, kurak ve çöl alanların mevcut olduğu dikkat çekmektedir (Dirik, 1994). Türkiye'nin verimsiz orman ve mera alanlarındaki topraklar, biyolojik aktivitelerini her geçen gün kaybederek gerek su gerekse rüzgâr erozyonu tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu verimsiz alanların en azından yeşillendirilmesi ve eski verimliliğine kavuşabilmesi için iklim, toprak, fizyografik özelliklere ve koşullara uygun, çok amaçlı tür veya türlerle ağaçlandırılması gerekmektedir. Orta Anadolu bölgesi gibi kurak, yarı kurak ve çoraklaşmış alanların ağaçlandırmalarında kullanılabilecek ve iklim değişikliği, küresel ısınma ve aşırı tahribattan dolayı Türkiye'nin önümüzdeki 50 yıl içinde büyük ölçüde çölleşeceği düşünülmektedir. Bu nedenle aşırı sıcaklık, kuraklık, tuzluluğa dayanıklı yerli ve egzotik odunsu türlerin belirlenmesi, fizyolojilerinin çalışılması, pilot alanlarda denenmesi ve başarılı olanların ıslah edilerek kullanılması çok büyük önem arz etmektedir (Kocaçinar ve Ark., 2010). Bu nedenledir ki Türkiye'nin kurak ve yarı kurak bölgelerinden biri olan İç Anadolu bölgesindeki ekolojik koşullara uyum sağlayan odunsu türlerden Karaçam (*Pinus nigra* spp. *pallasiana*), Toros sediri (*Cedrus libani*), Meşe türleri (*Quercus pubencens, Q. cerris, Q. infectoria, Q. robur*), Ardıç türleri (*Juniperus* spp.), İğde (*E. angustifolia*), Badem (*Amygdalus* spp.), Yalancı akasya (*R. pseudoacacia*), Cennet ağacı (*Ailanthus glandulosa*) gibi türlerle ağaçlandırma yapılarak çölleşmenin önüne geçilebileceği belirtilmektedir (Boydak ve Ark., 2010).

Bitkiler kurak ve yarı-kurak alanlarda çeşitli fizyolojik ve anatomik özellikleri ile adaptasyon sağlar ise yaşamlarına devam ederler, adaptasyon sağlayamayanlar ise alandan uzaklaşırlar. Bunlardan bazıları yüksek kök/gövde oranının geliştirilmesi,

küçük, kalın veya indirgenmiş yaprak oluşumu, yapraklardaki kutikula tabakasının kalınlaşması, yapraklara aşırı radyasyon yüklenmesi, onların aşırı ısınmasını engellemek için yaprak yüzeylerinde tüylenmenin olması, yaprak uyumu, aşırı su kaybını önlemek için daha etkin bir stomatik kontrol ve dokularda su depolanması olarak belirtilebilir (Kocaçinar ve Ark., 2010). Özellikle stoma açıklığı ve etkin stomatik kontrol oldukça önemlidir, çünkü fotosentez ve dolayısıyla karbon difüzyonu için stomalar açıldığında bitkilerde aşırı miktarda su kaybı meydana gelmektedir. Bitkiler su eksikliği ile birlikte su stresine girmektedirler (Kocaçinar ve Sage, 2004; Akgün, 2017).

Bu çalışma, geçmişten bu yana kuraklığa ve rüzgâr erozyonuna maruz kalan ve bitki örtüsünden yoksun olan Konya-Karapınar İlçesinde bulunan odunsu türlerden *Haloxylon persicum* Bunge, *Robinia pseudoacacia* L. ve *Elaeagnus angustifolia* L. türlerinde ve doğal koşullarda yapılmıştır. Bu türlerin mevcut koşullarda yaşama kabiliyetleri çeşitli fizyolojik ölçümlerle tespit edilmiş ve benzer alanlarda yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında kullanılma uygunluğu değerlendirilmiştir.

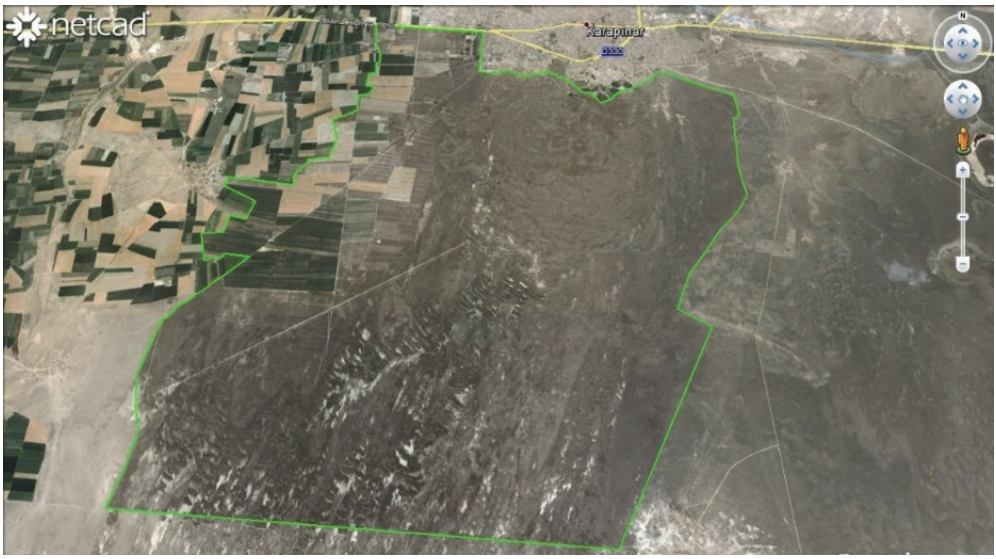
2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı ve Özellikleri

Türkiye'nin kurak, yarı kurak, çorak ve en marjinal alanlarından biri olan İç Anadolu Bölgesinde bulunan Konya İli Karapınar İlçesi, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Araştırma İstasyonunda yapılmış ağaçlandırma sahaları, çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 2.1). Araştırma alanının rakımı yaklaşık 1050 metredir. Bu bölgede kurak iklim koşulları geçmiş yıllarda orman yetiştirmeye çok uygun görülmemiştir. Kuraklık, iklim değişikliği ve aşırı otlatma neticesinde oluşan tahribatlar bitki örtüsünü önemli ölçüde yok etmiş, toprağın killi ve tozlu kısımları aşırı rüzgârla taşınarak araziyi kara kumuluna dönüştürmüştür. Fakat bu alanın rehabilite edilebileceği düşünülerek, alanda 1960 yılında kumul önleme çalışmalarına ve rüzgâr erozyonunu önlemek amacıyla Tarım Bakanlığınca ağaçlandırmalara başlanmıştır (Kantarcı ve Ark., 2011). Bu yüksek sıcaklık, düşük yağış ve şiddetli rüzgâr gibi olumsuz şartlarda yapılan çalışmalarda alana adaptasyon sağlayan bazı türler hayatiyetlerini korumuş ve bugünkü mevcut yapı ortaya çıkmıştır.

Çalışma alanı toprak özellikleri bakımından genel olarak balçıklı-killi ağır bir toprak tekstürüne sahip olup, pH'sı alkalin, kireç içeriği çok yüksek, üst tabakalarda tuz içeriği az fakat derinlere doğru inildikçe tuzluluk oranı artan ve organik maddece oldukça zayıf karakterdedir. Organik madde oranı alt tabakalara göre üst tabakalarda biraz daha fazla çıkmaktadır. Çünkü bu durum tek yıllık bitkilerin köklerinin yaklaşık 0-30 cm derinlikte olmasından kaynaklanmaktadır. Toprakta potasyum, magnezyum ve sodyum içerikleri uygun düzeyde olup, kalsiyum ve kireç içeriği yüksektir. Mikro

element içerikleri çinko ve bakır bakımından noksan, demir ve mangan açısında yeterli düzeydedir (Kocaçınar ve Ark., 2010).



Şekil 2.1. Konya İli Karapınar İlçesi, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Araştırma İstasyonu uydu görüntüsü.

Karapınar meteoroloji istasyonu 1980-2015 yılları arasında elde edilen iklim verilerine göre ortalama yıllık yağış miktarı 276 mm'dir (MGM, 2016). İlkbahar ve kış mevsimi en fazla yağış alan mevsimlerdir (Avcı, 2004). Bu yörede yıllık ortalama sıcaklık 12.2 °C, en sıcak ay olan Temmuz ayında ortalama sıcaklık 23.3 °C'dir (Akgün, 2017). Bu bölge kuru ve sıcak rüzgârların etkisi altındadır. Rüzgâr kuzey ve güney yönden güçlü bir şekilde esmektedir. Toros Dağlarından esen rüzgârlar, nemini bırakmış kuru rüzgârlar olduğu için yörede bulunan hava nemini de alarak bir çöl iklim etkisi yaratmaktadır. Bu rüzgârlar toprak yüzeyinde bulunan tek yıllık bitkileri ve tahrip olmuş, vejetasyon örtüsü olmayan, çıplak alanlardaki kumulları taşımaktadır. Doğal ya da ağaçlandırma yolu ile oluşan rüzgâr perdesinden yoksun alanlarda kumul tepelerinin oluştuğu görülmektedir.

2.2. Çalışmada Kullanılan Türler

Bu çalışmada kuraklık stresine dayanıklılık açısından özellikleri tespit edilen üç türden, yörede yapılan ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan odunsu *H. persicum*, *R. pseudoacacia* ve *E. angustifolia* türleri kullanılmıştır. *H. persicum* türü bölgeye 2007 yılında, bir proje çalışması neticesinde ekim yoluyla getirilmiş olup, halen hayatiyetini devam ettirmekte ve yaklaşık 12 cm çap ve 3 m boya ulaşmış durumdadır (Şekil 2.2a). *R. pseudoacacia* ve *E. angustifolia* türleri ise 1960 ve 1990 yıllarında

rüzgar perdesi olarak alana getirilmiş ve geniş alanda başarılı olarak kumul önleme çalışmasının parçası haline gelmiştir (Şekil 2.2b ve Şekil 2.2c).



Şekil 2.2. Çalışmada kullanılan türlerden (C_4)*H. persicum* (a); TÜBİTAK projesi kapsamında 2007 yılında Doç.Dr. Ferit KOCAÇINAR tarafından ekilmiştir. (C_3) *R. pseudoacacia* (b) ve *E. angustifolia* (c); 1960'lı ve 1990'lı yıllarda ağaçlandırma ve kumul taşınımını önlemek amacıyla dikilmiştir (*Fotoğraflar: B.AKGÜN*).

2.3. Metot

Her tür için Karapınar İstasyonu'nda doğal koşullarda 2015 yılı (Haziran-Eylül) vejetasyon dönemi içinde, gaz değişim parametreleri; net asimilasyon oranı (net fotosentez hızı), transpirasyon hızları ve stoma iletkenliği, taşınabilir GFS-3000, fotosentez ve flüoresans gaz-değişimi ölçüm cihazı ile (Walz, Effeltrich, Almanya) ölçülmüştür. Şafak öncesi ve gün ortası yaprak su potansiyelleri de PMS basınç çemberi kullanılarak (PMS Instruments Company, Oregon, A.B.D.) ölçülmüştür (Kocacinar ve Sage, 2003). Tüm ölçümler 2000 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ışık şiddetinde, atmosferik CO_2 değerinde (≈400 ppm) ve yaklaşık %55 bağıl nem koşullarında yapılmıştır. Fotosentez hızının sabit değere ulaşması ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bitki yapraklarının su kullanım etkinliği (Water Use Efficiency; WUE), net fotosentez oranının (A), transpirasyon oranına (E) bölünmesiyle elde edilmiştir. Arazi ölçümlerinde, her bitki türünün 3 farklı bireyinin 2 adet yaprağında ölçüm (n=6) yapılmıştır.

3. Sonuç

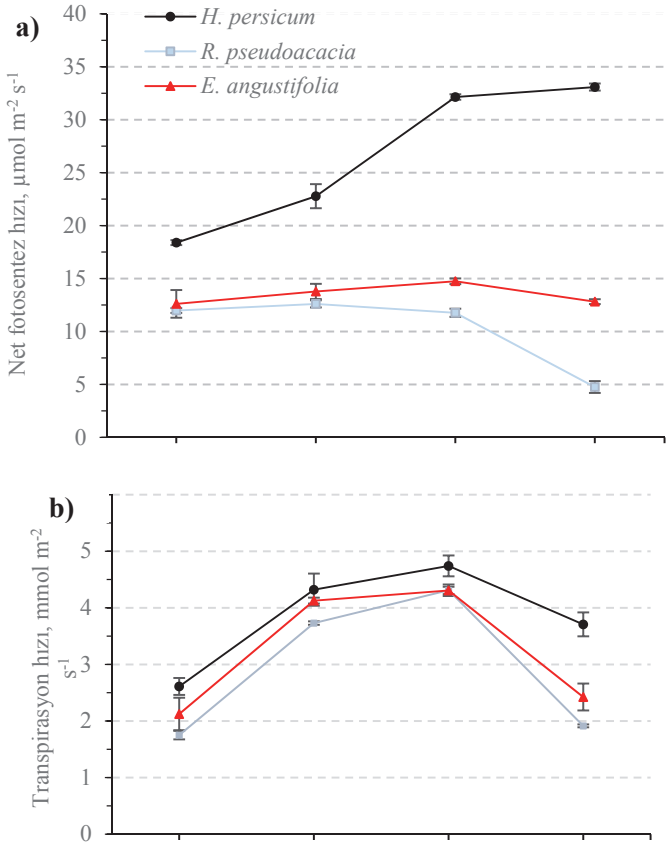
Çalışmada yer alan C_3 türlerinden *R. pseudoacacia*'da, Haziran ve Eylül aylarında net fotosentez hızı ölçümleri, diğer 2 türe göre daha düşük çıkmıştır.Net fotosentez hızı, bütün aylarda en yüksek C_4*H. persicum*'da elde edilmiştir. Aylara göre C_3 bitkilerinde (*R. pseudoacacia* ve *E. angustifolia*) yavaş artan fotosentez hızı belli bir seviyede maksimuma ulaşmış, bu artış sıcaklığa dayanıklı C_4 bitkilerinde ise yaklaşık 2-3 kat fazla olmuştur (Şekil 3.1a).

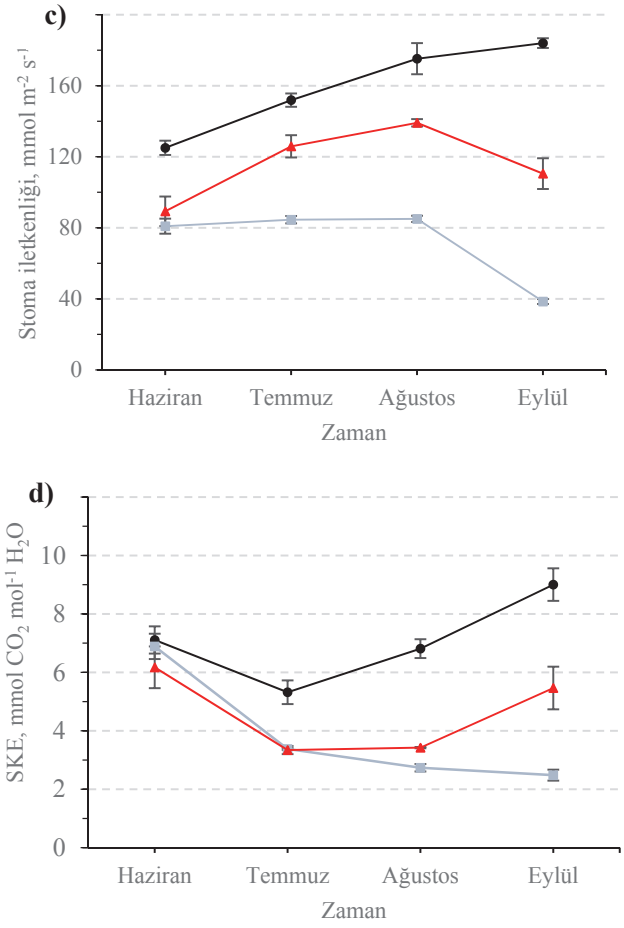
Doğal koşullarda ölçülen üç farklı türdeki transpirasyon hızlarına bakıldığında, bütün türlerde Ağustos ayına kadar doğrusal bir artış görülmekte olup, Eylül ayında ise azalış gözlemlenmiştir. C_3 türlerinden *R. pseudoacacia*'davejetasyon

dönemi boyunca düşük transpirasyon hızı ölçülmüşken, C_4 türü olan *H. persicum*'da yüksek değer tespit edilmiştir(Şekil 3.1b).

Büyüme mevsimi başlangıcı olan Haziran ayında *H. persicum*, diğer türlere oranla yüksek stoma iletkenliği göstermiş, buna karşılık en düşük değer *R. pseudoacacia*'da ölçülmüştür. Ancak *R. pseudoacacia* ve *E. angustifolia* türleri Ağustos ayına kadar artış eğilimi göstermiş, Eylül ayında azalmıştır. Birbirine yakın değerler ölçülen bu türlerin aksine *H. persicum* Eylül ayında da artışına devam etmiştir (Şekil 3.1c).

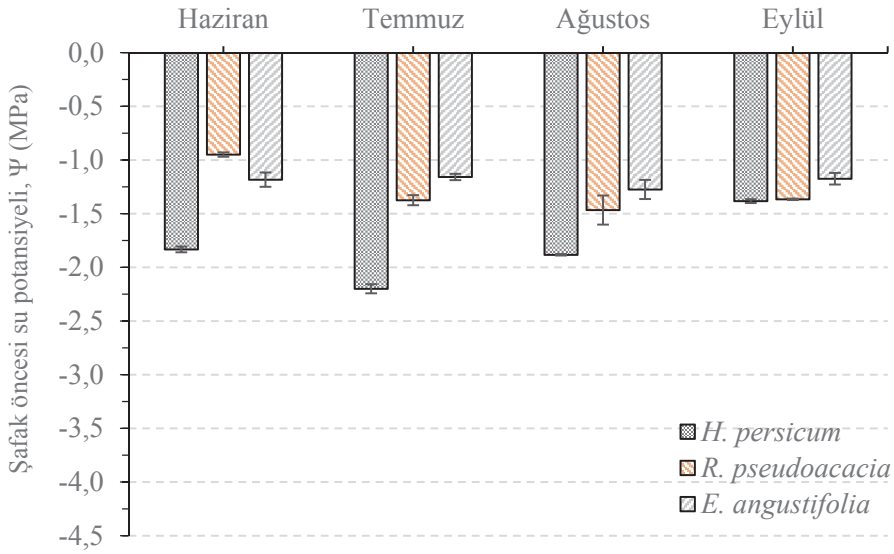
Vejetasyon dönemi içerisinde alanda yer alan türler içerisinde WUE, en düşük *R. pseudoacacia*'da ölçülmüştür. 2015 yılında bu tür, su kullanımını diğer türlere nazaran daha az etkin kullanmıştır. Buna karşılık C_4 türü olan *H. persicum*'un, her ne kadar sıcak aylarda azalan bir trend gösterse de diğer türlere oranla yaklaşık 1.5 ile 2 kat daha fazla su kullanım etkinliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu türde WUE, en yüksek Eylül ayında, en düşük Temmuz ayında ölçülmüştür (Şekil 3.1d).





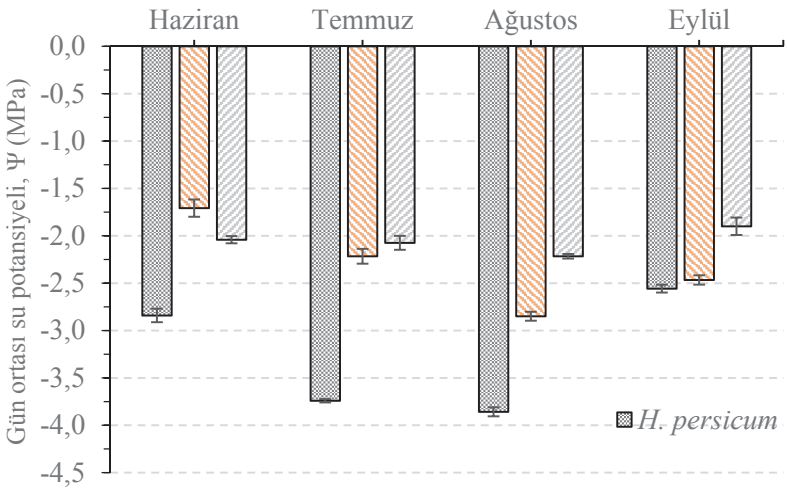
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan türlere ait 2015 yılı vejetasyon döneminde (Haziran-Eylül) yapılan fizyolojik ölçümler; a) net fotosentez hızı, b) transpirasyon hızı, c) stoma iletkenliği ved) su kullanım etkinliği. Barlar ± standart hata (SH), Lejant (a) tüm grafik için geçerlidir, n=6.

Genel olarak bakıldığında vejetasyon dönemi ilerledikçe şafak öncesi su potansiyeli azalan bir trend göstermiştir. Çalışmada kullanılan türlerde yapılan şafak öncesi su potansiyeli ölçümlerinde, Haziran ayında *H. persicum*'da en düşük değer ölçülürken (-1.83± 0.03 MPa), *R. pseudoacacia*'da en yüksek değer elde edilmiştir (-0.95± 0.02 MPa). Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında en düşük şafak öncesi su potansiyeli *H. persicum*'da ölçülmüşken, bu aylarda en yüksek değerler *E. angustifolia*'da kaydedilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Üç türe ait 2015 yılı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında şafak öncesi su potansiyeli. Her bir sütun 6 farklı ölçümün ortalamasını, barlar ± SHgöstermektedir.

Bu türlerde şafak öncesi su potansiyelinde olduğu gibi gün ortası su potansiyelinde de vejetasyon dönemi ilerleyip sıcaklıklar arttıkça önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. *H. persicum*'da bütün aylarda periyodik azalışla yıl içinde en düşük değerler göstermiştir. Bu türe en yakın ölçümler Ağustos ve Eylül aylarında *R. pseudoacacia*'da elde edilmiştir. Diğer C_3 türü olan *E. angustifolia*'da en yüksek gün ortası su potansiyeli Eylül ayında ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Üç türe ait 2015 yılı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gün ortası su potansiyeli. Her bir sütun 6 farklı ölçümün ortalamasını, barlar ± (SH) göstermektedir.

4. Tartışma

Kuraklık stresi genelde bitkiler üzerinde su eksikliği ve kuruma olarak belirtilmektedir (Smirnoff, 1993). Su eksikliği gaz değişimini sınırlandırmaya ve stomaların kapanmasına neden olmaktadır. Kuraklık stresi, fotosentetik izyolundan bağımsız olarak, fotosentez hızı, transpirasyon hızı, stoma iletkenliği ve su kullanım etkinliğini olumsuz olarak etkilemektedir (Örs ve Ekinci, 2015). Kuraklık koşulları altında C_4 bitkileri C_3 bitkilerine göre eko-fizyolojik açıdan daha dayanıklıdır. Bunun sebebi C_4 bitkilerinde yüksek su kullanım etkinliklerinin, yüksek net asimilasyon hızlarının, düşük transpirasyon ve stoma iletkenliklerinin olmasıdır. Buna karşılık, kurak ve yarı kurak alanlarda her iki fotosentetik izyoluna sahip bitkiler yaşamlarını sürdürmektedir. Bu bitkiler, bu alanlara fizyolojik, morfolojik ve anatomik açıdan adaptasyon göstermişlerdir (Xu ve Li, 2006).Odunsu türlerden *H. persicum* (Beyaz saksaul-C_4-) üzerinde doğal ortamında (çöl koşullarında), kuraklık stresine verdiği eko-fizyolojik cevaplar incelenmiş, gaz değişim parametreleri kuraklık döneminde ve yağış döneminde ölçülmüş, bitkinin su içeriği değiştikçe önemli eko-fizyolojik farklılıklar tespit edilmiştir (Xiao ve Ark., 2006). Bununla beraber diğer odunsu bir tür olan *R. pseudoacacia* yüksek sıcaklık ve kuraklık stresine toleransıyla bilinmektedir. Dünyanın çeşitli yerlerinde bu gibi alanların ağaçlandırılmasında kullanılmaktadır. Hızlı büyüme ve gelişme gösterdiği belirtilmiştir (Moshki ve Lamersdorf, 2011). Benzer sonuçlar doğal koşullarda yapılan bu çalışmada da görülmektedir (Şekil 3.1a, Şekil 3.1b, Şekil 3.1c ve Şekil 3.1d).

Yaprak su potansiyeli bitkinin kuraklığa ne derece maruz kaldığını gösteren önemli bir faktördür. Genellikle, -1.5 MPa'ın altındaki değerler kuraklık stresi kabul

edilirken, -2 MPa ve daha aşağı değerler şiddetli kuraklık veya çöl koşulları olarak kabul edilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2002, Kocacinar ve Sage, 2003). Gün ortası yaprak su potansiyeli öğlen (solar noon), şafak öncesi yaprak su potansiyeli gün doğmadan 20 dakika önce ölçülmektedir (Xu ve Ark., 2007). Bu çalışmada doğal koşullarda 2015 yılında gün ortası yaprak su potansiyelleri öğlen (saat 11:00-13:00 arasında), şafak öncesi yaprak su potansiyelleri ise gün doğmadan hemen önce ölçülmüştür (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Elde edilen sonuçlardan açıkça görüleceği üzere, çalışma alanındaki bitkiler şiddetli kuraklık stresi altındadırlar. C_4 bitkileri C_3 bitkilerine göre, ekofizyolojik açıdan kuraklık stresine daha dayanıklıdırlar (Yazar ve Ark., 2015).

Çalışma yapılan türlerde benzer bir durum ortaya çıkmakta ve bütün türlerin kuraklık stresine dirençli olduğu görülmektedir.Bununla beraber gün ortası su potansiyelleri ve şafak öncesi su potansiyelleri beraber değerlendirildiğinde bitkilerin kuraklık stresi ile nasıl mücadele ettiğini anlamak mümkün olmaktadır (Kramer, 1983). Çöl bitkilerinin, kuraklığa dayanıklılığa gösterdikleri adaptasyon bakımından, gün ortası ve şafak öncesi yaprak su potansiyellerinin toparlanma kabiliyetleri oldukça iyidir. Ancak C_4 bitkilerinin bu kabiliyetleri C_3 bitkilerine oranla biraz daha yüksektir (Su ve Ark., 2012). Yapılan bu çalışmada da yaprak su potansiyelleri değerlendirildiğinde kullanılan türler kuraklığa uyum sağlamışlardır. Ancak,*H. persicum* (C_4) türünün daha iyi uyum sağladığı tespit edilmiştir. Ölçümler sonucunda, şafak öncesi-gün ortası su potansiyelleri, arazide yetiştirilen kuraklığa dayanıklı bu bitkilerde, fotosentetik izyolu fark etmeksizin toparlanma (recovery) kabiliyetlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).Gün ortası yaprak su potansiyeli düştükçe fotosentez ve stoma iletkenliğinde düşüş gerçekleşmektedir (Lebourgeois ve Ark., 1998). Bu durum kuraklığın göstergesi olmaktadır. Dolayısıyla yaprak su potansiyeli düşük olan bölgelerde, kuraklığa dayanıklı türler tercih edilmektedir. Bu çalışmada da özellikle *R. pseudoacacia* ve *E. angustifolia* bitkilerinde sıcaklığın artması, fotosentez ve stoma iletkenliğinin düşmesine, *H. persicum* türünde ise düşük su potansiyeli göstererek fotosentezin artışa neden olmaktadır. Böylelikle yüksek ışığın kullanımı, bu bitkilerde küçük yapraklarda daha az etkili olmakta ve beraberinde bu yapraklarda su tutma kapasiteleri yüksek çıkmaktadır (Su ve Ark., 2012). Çalışma alanının iklim verileri değerlendirildiğinde yüksek ışığın görülmesi, *H. persicum*'un küçük yaprak yüzey alanına sahip olması ve yaprak su potansiyelinin düşük çıkması, bu değerlendirmeyi desteklemektedir.

5. Öneriler

Kurak ve yarı kurak bölgelerde ağaçlandırma çalışmalarına başlamadan önce, doğru teknikler belirlenmeli, eko-fizyolojik özellikler dikkate alınarak bölgeye uyum sağlamış yetişme koşullarına uygun türler seçilmeli, toprak tekstür ve strüktürü ayrıntılı olarak incelenmelidir. Bu alanda doğal koşullarda yayılışına rastlanmayan türlerle, doğal yayılış gösteren türler arasında, fizyolojik uyumlar ortaya çıkartılmalı,

kuru ve sıcak rüzgarların etkisinde bulunan benzer alanlardaki kumul hareketinin durdurulmasına yönelik çalışmalar yapılarak yerleşim alanlarını tehdit eden rüzgâr erozyonu önlenmelidir. Kurak ve yarı-kurak alanlarda kuraklık stresine dayanıklı olan C_4 fotosentez izyoluna sahip türler ve benzer C_3 fotosentez izyoluna sahip türler ile yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına önem verilmelidir. Özellikle bu çalışmada kullanılan C_4*H. persicum* Bunge ile C_3*R. pseudoacacia* L. ve *E. angustifolia* L.türleri tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklı türler olmaları nedeniyle benzer marjinal alanlarda kullanılabilmelidir.Bu gibi alanların restorasyon ve plantasyonlarında yöredeki türlerden toplanan tohumlardan elde edilen fidanların, yöreye yakın fidanlıklarda üretilerek, orijin farklılıklarından doğacak sorunların önüne geçilmelidir.

Bu sonuçlar doğrultusunda önemli iklim koşullarına sahip olan, kuraklık ve çölleşmenin baş gösterdiği çalışma alanında (Karapınar yöresi) kullanılan tüm bitkilerin, bu alana adaptasyon sağlayarak, şiddetli kuraklık stresi ile mücadele edebildiği ve benzer marjinal alanlarda da rahatlıkla yetiştirilebileceği öngörülmektedir.

6. Kaynaklar

Akgün, B. 2017. Kurak ve Çorak Alanların Rehabilitasyonunda Kullanılan Bazı Odunsu Türlerin Ekofizyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora tezi, 125s.

Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D. D., Hogg, E. H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-H., Allard, G., Running, S. W., Semerci, A. and Cobb, N. 2009. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, Forest Ecology and Management,259 (4): 660-684.

Avcı, M. 2004. İç Anadolu Bölgesi Ormanlarının Son Sığınakları Karacadağ ve Karadağ Volkanlarının Bitki Örtüsü, Çantay Yayınları, İstanbul, 168s.

Boydak, M., Ertaş, A. ve Çalışkan, S. 2010. Kurak ve yarıkurak bölgelerin ağaçlandırılmasında ilkeler ve uygulama esasları. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 17-18 Haziran2010, s:370-382, Çorum.

Çalıkoğlu, M. ve Tilki, F. 2004. Transpiration Analyses in *Quercus libani* Olivier. and *Ouercıus frainetto* Ten. Seedlings in Dry Season.Review of The Faculty of Forestry, University of Istanbul, A, 54 (1): 133-142.

Dirik, H. 1994. Üç yerli çam türünün *(Pinus brutia, Pinus nigra* (Arn.) *ssp. pallasiana* LambHolmboe, *Pinus pinea* L.) kurak peryottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A44: s:111-121.

Güner, Ş.T., Özkan, K., Çömez, A. ve Çelik, N. 2011. İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) Verimli Olabileceği Potansiyel Alanların Odunsu Gösterge Türleri, Ekoloji Dergisi, 20 (80): 51-58.

Kantarcı, M.D. 2011. İç Anadoludaki Otlaklarda Rüzgar Erozyonu Önleme Çalışmalarının Teknik ve İdari Yönden Değerlendirilmesi, Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, Sonuç Bildirgesi ve Bildiriler Kitabı, 05-08 Aralık 2011, s:10-33, Nevşehir.

Kocaçinar, F. and Sage, R. F. 2003. Photosynthetic pathway alters xylem structure and hydraulic function in herbaceous plants. Plant Cell Environ., 26: 2015–2026.

Kocaçinar, F. and Sage, R. F. 2004. Photosynthetic pathway alters xylem structure and hydraulic function in woody plants. Oecologia, 139: 214-223.

Kocaçinar, F., Demirkıran, A.R., ve Ok, T. 2010. Orta Anadolu'nun Tuzlu, Çıplak ve Çoraklaşmış Alanlarını Strese Dayanıklı Odunsu C_4 ve C_3 Bitki Türleri Kullanılarak Verimli Hale Dönüştürülmesi, TÜBİTAK Proje no: 1060384, 96s., Kahramanmaraş.

Kozlowski, T. T. and Pallardy, S. G. 1997. Physiology of Woody Plants, Academic Press, San Diego, CA., 411p.

Kramer, P.J. 1983. Water Relations of Plants. Academic Press, London, UK., 488p.

Lebourgeois, F., Levy, G., Aussenac, G., Clerc, B. and William, F. 1998. Influence of soil drying on leaf water potential, photosynthesis, stomatal conductance and growth in two black pine varieties. Ann.Sci. For., 55: 287-299.

McDowell, N., Pockman, W. T., Allen, C. D., Breshears, D. D., Cobb, N., Kolb, T., Plaut, J., Sperry, J. S., West, A., Williams, D. G. and Yepez, E. A. 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? New Phytologist, 178: 719-739.

MGM., 2016. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 1980-2015 Yılları Karapınar İklim Verileri, Ankara.

Moshki, A. and Lamersdorf, N.P. 2011. Growth and Nutrient Status of Introduced Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Afforestation in Arid and Semi Arid Areas of Iran. Res.J. Environ. Sci., 5 (3): 259-268.

Örs, S. ve Ekinci, M. 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. Derim, 32 (3): 237-250.

Smirnoff, N. 1993. The Role of Active Oxygen in the Response of Plants to Water Deficit and Deciccation. New Phytologist, 125, 27-58.

Su, P., Yan, Q., Xie, T., Zhou, Z., and Gao, S. 2012. Associated growth of C_3 and C_4 desert plants helps the C_3 species at the cost of the C_4 species. Acta Physiol. Plant., 34: 2057-2068.

Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology, Third edition, Sinauer Inc, ISBN 0-87893-823-0, Ma, USA., 985p.

Taşdemir, C. 2002. Kurak mıntıka ağaçlandırmaları ve Doğu-Güney Doğu Anadolu Bölgelerinin bu açıdan değerlendirilmesi, Güney Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 14: 39-55.

UNCCD. 2010. http://www.unccd.int/search/search_results.php?query=global deserts.

Ürgenç, S. 1998. Agaçlandırma Teknigi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 600 s., İstanbul.

Xiao, R., Qiang, W., Yaning, C. and Junhua, H. 2006. Physio-ecological responses of *Haloxylon persicum* photosynthetic shoots to drought stress. Font. For. China*.,* 2: 176-181.

Xu, H. and Li, Y. 2006. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. Plant and Soil, 285: 5-17.

Xu, H., Li, Y., Xu, G. and Zou, T. 2007. Ecophysiological response and morphological adjustment of two Central Asian desert shrubs towards variation in summer precipitation. Plant, Cell and Environment, 30: 399-409.

Yazar, E., Akgün, B., Antakyalı, M. ve Kocaçinar, F. 2015. Kuraklık stresi koşullarında yakın akraba C_3*Tarenaya hassleriana* ile C_4*Gyandropsis gynandra*'nın ekofizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. I. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, Bildiriler özet kitabı, 01-04 Eylül 2015, s:44, Erzurum.

GELİŞEN TEKNOLOJİ İLE YENİ TOPRAK İŞLEME METODLARI

Nuran KARAÇORLU
Orman Genel Müdürlüğü/ Şube Müdürü
nurankaracorlu@ogm.gov.tr

Özet

Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü çalışmaları için yetişme muhiti şartlarına uygun blok sahalar azalmış, çalışmaların büyük bölümü marjinal sahalara kaymıştır. Bu alanlarda iklim şartlarının olumsuzluğu yanında, topografya, yüzey taşlılığı, profiltaşlılığı ve arazi eğimi gibi kısıtlayıcı faktörler de mevcuttur. Dolayısıyla bu alanlarda bilinen toprak işleme metotlarının uygulanması her zaman mümkün olamamakta, uygulanması halinde de başarı nispeti azalmaktadır.

Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü faaliyetlerinde arazi hazırlığında geçmiş yıllarda paletli traktörle yapılan makineli toprak işleme metotlarına ilave olarak son yıllarda yeni gelişen teknolojilerin değerlendirilmesi sonucu ekskavatörle toprak işleme metotları kullanılmaya başlanılmıştır.

Bu bildiride, bilinen ve uygulanan toprak işleme metotlarının yanında, heyelan bölgeleri, eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olduğu, toprağı gevşek ve çürük olan yamaçlar hariç, ekskavatör ile toprak işleme metotlarından örnekler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler*; ekskavatör, buror, meror, şeror. Yapılan çalışmalar ve başarıları*

Abstract

The number of block area suitable for growing conditions has decreased for afforestation and erosion control activities, and most of the activities have shifted to marginal areas. Inadditionto the negative effect of climatic conditions, these areas also have restrictive factors such as topography, rocky surface, rocky profile and landslope. Therefore, the application of common soil cultivation methods is not always possible in these areas, and success rate becomes wife applied.

In addition to the mechanical soil cultivation Methods, which have been made with palette tractors in the previous years for land preparation in afforestation and erosion control activities, the soil cultivation methods with excavators have started to be used in recent years as a result of benefiting from the newly developing technologies.

In this report, the examples of soil cultivation methods with excavator will be presented in addition to the conventional and applied cultivation methods, except for

landslide areas, slopes with very steep superficial convection, loose and unstable grounds.

***Keywords**; excavator, buror, meror, şeror. Performed activities and achievements*

GİRİŞ

Ülkemizde ağaçlandırma işleri Orman ve Su İşleri Bakanlığına bağlı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) sorumluluğundadır. Orman Genel Müdürlüğü gerek orman rejimine giren alanlar içinde ve gerekse bu alanların dışında verimsiz veya düşük verimli toprakların ağaçlandırılarak verimli hale getirilmesi göreviyle aynı zaman da yurt topraklarının korunması ve hidrolojik dengenin sağlanması, ülkenin odun ürünlerine olan talebinin karşılanması, odun hammaddesine bağlı sanayii ayakta tutmak ve geliştirmek görevini yerine getirmiş bulunmaktadır.

Ağaçlandırma çalışmalarına başlamadan önce uygulama projeleri yapılır. Bu projelerin temel dayanağı yetişme ortamının iyi etüt edilmesidir. Saha etüt edilirken önce gayesinin tespiti ile başlanır. Gaye tespit edilerek tür seçimi, karışım oranı tespiti, saha hazırlama tekniği, uygulanacak mekanizasyon yöntemleri, aralık mesafeler, dikim yöntemleri ve tekniği ile kültür bakımı tedbirleri belirlenir. Bunların anlatıldığı uygulama projeleri yapılır. Uygulamada bu projelere göre yapılır.

Ağaçlandırma alanlarının hazırlanmasında toprak işleme makine gücü ve insan gücü ile yapılmaktadır. İnsan gücü ile toprak işleme %40 eğimden sonra uygulanmaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarında topoğrafik şartlar, toprak ve mevcut bitki örtüsünün durumuna uygun ekipmanın seçimi en ekonomik çözümü sağlamaktadır.

Türkiye, jeomorfolojik yapı itibarıyla engebeli bir ülkedir. Ülkemiz toplam alanının %46' sı%40' tan fazla eğime, %80' inden fazlası da % 15' den fazla eğime sahiptir. Eğimli araziler, toprak erozyonu ve su ekonomisi bakımından olumsuz özelliklere sahiptir. Bu durum ağaçlandırma çalışmalarında dikim başarısı ve tutan fidanların gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Eğimli arazilerde, yüzeysel akış çok, toprak içine sızan su miktarı az dolayısıyla toprak aşınma ve taşınma olayları fazladır. Toprağın taşınması nedeniyle yamaç toprakları genellikle sığdır. Yağış suları toprağa girmeden sel ve derelerle havza dışına çıkarılır, böylece yetişme ortamlarında yer altı suyu fakirliği olur. Bu nedenlerle eğimli arazilerde, sayılan olumsuz etkileri giderecek özel dikim yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir Eğimli arazilerin ağaçlandırılmasında uygulanan teknik düz ve az eğimli arazilerden oldukça farklılık gösterir. Çok büyük bir bölümü dik ve sarp arazilerden oluşan ülkemizde erozyonun önlenmesinin en başta gelen çözümü, meyilli alanlarda teraslama yapmaktır. Teraslar aynı eşyükselti eğrisi boyunca yamaç tarafından kazılan toprağın alt kısma yığılmasıyla oluşan tesislerdir. Teraslar, eğimli yamaç

arazilerde yüzeysel akışı ve toprakların aşınıp taşınmasını kontrol altında tutan, birer kanalı bulunan toprak yapılarıdır (Ürgenç ve Çepel, 2001).

Teras yapılmasındaki amaçlar; toprak erozyonunu azaltmak, suyun azami şekilde toprakta tutulmasını sağlamak, yüzeysel akış suyunun hızını, erozyon oluşturmayacak düzeyde tutmak, Arazi yüzeyini yeniden şekillendirmek, arazide bilinçli ve toprak korumalı tarım uygulamasını sağlamak, yüzeysel akış sularındaki sediment yükünü azaltmak, yüzeysel akışları ve erozyonu azaltarak aşağı havzaların taşkından korunmasını sağlamaktır.

Ağaçlandırma çalışmalarında ilk sınırlayıcı faktör arazi eğimi olduğundan Orman Genel Müdürlüğü olarak %40 meyile kadar olan arazilerde makineli çalışma, % 40 eğimden sonra işçi gücü ile teras uygulanmaktadır. İnsan gücü ile teras yapımı çok güç, pahalı ve başarı oranı düşüktür. Yılların uygulama sonuçlarından, makineli arazi hazırlığı yapılan yerlerde, işçi ile arazi hazırlığı yapılan yerlere göre önemli oranda çap ve boy büyümesi farkı oluştuğu görülmüştür. Bu alanların, gerek işin zorluğu gerek başarı şansının zayıf olması ve gerekse de pahalıya mal olması nedenleriyle çoğu zaman çalışılmaktan kaçınılmış ve gradoni teras zorunlu haller dışında yapılmamaya başlanmıştır.

Makine gücü ile ağaçlandırma alanlarının hazırlanması bir sistemdir. Bu sistemin öğelerini diri örtü temizliği, toprak işleme ve dikimden sonra yapılacak olan kültür bakımları oluşturur. Ağaçlandırma tesis ve bakım çalışmalarında mekanizasyonun amacı yetişme ortamı (topografya, ana kayanın türü ve yapısı, toprağın; mutlak ve fizyolojik derinliği, tekstürü, taşlılığı ve arazinin yamacmeyli, vb.) özelliklerine göre en uygun metodun seçilip yoğun kültür metotlarının uygulanarak yapılan çalışmadan beklenen başarının ve beklenen diğer fonksiyonların en kısa sürede gerçekleşmesini sağlamaktır. Makineli diri örtü temizliğine ve toprak işlemeye uygun sahalarda mutlaka makineli çalışma yapılması esastır (Ürgenç-2001). Sahanın makinalı çalışmaya uygunluğu değerlendirilir ve ağaçlandırmanın amacı belirlenir. Daha sonra çalışma sistemine uygun yöntem ve ekipmanlar belirlenir. Makineli çalışmalarda, paletli traktör, dozer, örtü tarağı, çalı doğrayıcı gibi çok çeşitli makine ve ekipmanlar kullanılmıştır(Boydak-2014). 2008 yılından itibaren ise mini ekskavatörler ile özellikle eğimli arazilerde verimli bir şekilde çalışmaya başlanmıştır. Mini ekskavatörler, teras yapma, toprak işleme ve diri örtü temizleme gibi işlerde kullanılabilen çok amaçlı makinelerdir

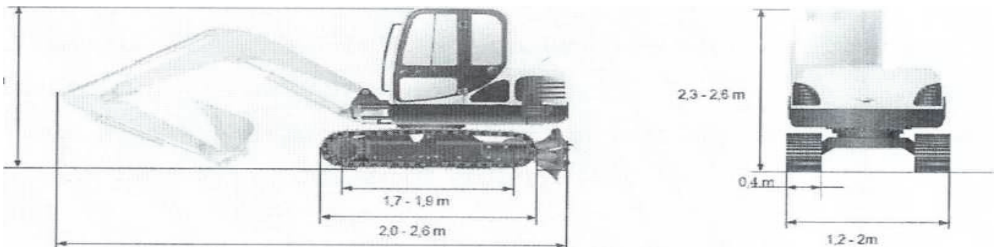
Ekskavatörle yapılan toprak işleme metotları ile artık eğimli arazilerde rahatça çalışılabilmekte ve Türkiye'nin bozuk ormanlarının yetişme ortamı uygun olanları hızla verimli hale getirilmektedir. Bu çalışma ile, ekskavatörler kullanılarak yapılan toprak işleme metotları hakkında bilgiler sunulmuş, sonuç ve önerilerde bulunulmuştur. Bursa, Mersin, Kayseri ve Şanlıurfa Orman Bölge Müdürlüklerinde yoğun bir şekilde kullanılan ekskavatörle toprak işleme yöntemleri incelenmiş artık

çalışması zor olan meyilli alanlarda ağaçlandırma çalışmasının yapılmasının korku olmaktan çıktığı, mevcut bitki örtüsünü ve biyolojik çeşitliliği büyük çoğunlukla koruyarak ekosistemi tahribata uğratmayan pratik ve başarılı bir ağaçlandırma çalışması yapmak artık mümkün hale geldiği örneklerle gösterilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Orman Bölge Müdürlüklerinin geliştirip uygulamaya geçirdiği ekskavatör çalışma yöntemleri incelenmiştir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından ağaçlandırma uygulama alanlarındaki ağaçlandırma çalışması yapılan; 4 Orman Bölge Müdürlüğünde Bölge Müdürlüğü teknik elemanları ve tarafımca 2012 yılından itibaren arazide yapılan tespit ve incelemelerden elde edilmiştir.Bursa, Mersin, Kayseri ve Şanlıurfa Orman Bölge Müdürlüklerindeyapılan arazi çalışmaları araştırmanın temel materyalini oluşturacaktır.

Orman Genel MüdürlüğünceBursa, Mersin, Kayseri ve Şanlıurfa Bölge Müdürlüklerinde yoğun olarak kullanılan ekskavatörlerin genel özellikleri aşağıda çıkarılmıştır.



Makine Ağırlığı (kg)	2000 – 5600
Toplam Uzunluğu (m)	5.0 - 6.0
Toplam Yüksekliği (m)	2.3 - 2.6
Palet Genişliği (m)	0.4
Paletler Arası Mesafe (m)	1.2 – 2
Tambur Mesafesi (m)	1.7 - 1.9
Dozer Bıçağı Boyutu (Genişlik x Yükseklik) (m)	(1.2 - 2) x (0.3 - 0.4)
Yakıt Deposu Kapasitesi (L)	55 – 70
Maksimum Sürüş Hızı (km/h)	2.6 – 5
Palet Tipi	Çelik – Kauçuk
Kepçe Diş sayısı	3-4-5
Kepçe kapasitesi (m3)	0.7 - 0.18
Kepçe ağırlığı (kg)	80 – 140
Kepçe genişliği	Yan dişlerle (m) 0.62 - 0.75

Tablo 1. Mini Ekskavatörler ve Kepçelerin Genel Özellikleri

Orman Genel Müdürlüğü Birim Fiyatlarında kullanılan ekskavatörlerin özellikleri ve oluşturdukları teras ebatları Tablo 2'de gösterilmiştir.

AĞAÇLANDIRMA, REHABİLİTASYON, TOPRAK MUHAFAZA, MERA ISLAHI, FİDANLIK, SİLVİKÜLTÜR, ETÜT PROJE BİRİM FİYAT CETVELİ 2017				
İŞİN ADI-POZ NO	**MAKİNE GÜCÜ**	**AKS GENİŞLİĞİ**	**YAN KAZI**	**TERAS EBATLARI**
BUROR-307	24 Hp	170 cm	80-100 cm genişlik 45-50 cm derinlik	60-80 cm derinlik 120-150 cm genişlikte
BUROR-308	24 Hp	170 cm	80-100 cm genişlik 45-50 cm derinlik	60-80 cm derinlik 100-120 cm genişlikte
BUROR-309	24 Hp	200 cm	80-100 cm genişlik 45-50 cm derinlik	60-80 cm derinlik 150-200 cm genişlikte
MEROR-311	140-180 Hp			40-60 cm derinlik
ŞUROR-315				60-80 cm derinlik 60-80 cm uzunlukta
KAYOR-507	180-230 Hp			60-80 cm derinlik 80-100 cm genişlikte

Tablo 2 Birim fiyatlara göre Ekskavatör özellikleri

1-Bursa Orman Bölge Müdürlüğü -Buror Teras

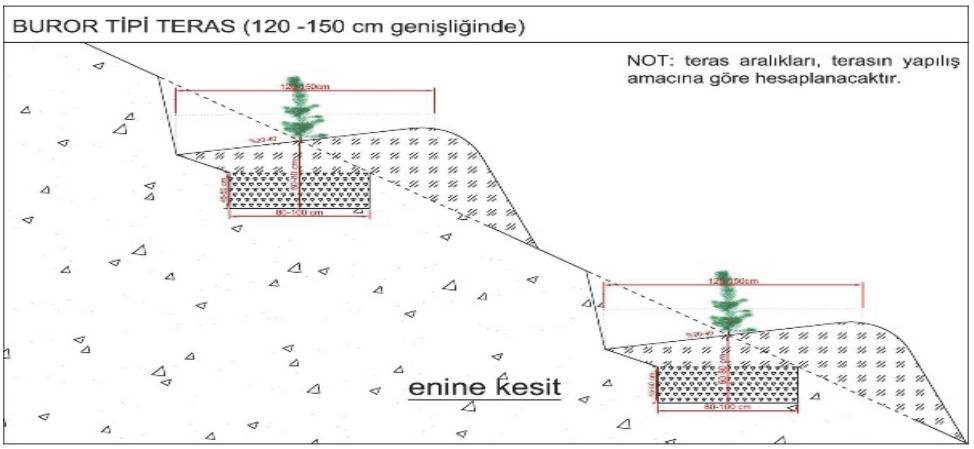
Orman Genel Müdürlüğünce ekskavatörlerin toprak işleme metodları belirlenmiştir. Buna göre bilinen ve uygulanan toprak işleme metotlarının yanında; heyelan bölgeleri, eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olduğu, toprağı gevşek ve çürük olan yamaçlar hariç, ekskavatör ile toprak işleme metodunun, belirtilen esaslar çerçevesinde yapılması uygun görülmüştür.

İlk defa Bursa Orman Bölge Müdürlüğü'nün 2009-2010 yıllarında geliştirip uygulamaya koyduğu adını da Bursa Orman Bölge Müdürlüğünden alan Buror teras mini ekskavatörler kullanılarak % 40 tan daha fazla eğimli alanlarda yapılan teras şeklidir.

Buror teras uygulamasıyla, dozerle arazi hazırlığı yapılamayan (%40 tan fazla meyilli) arazilerde başarılı ağaçlandırmalar yapılabilmektedir.

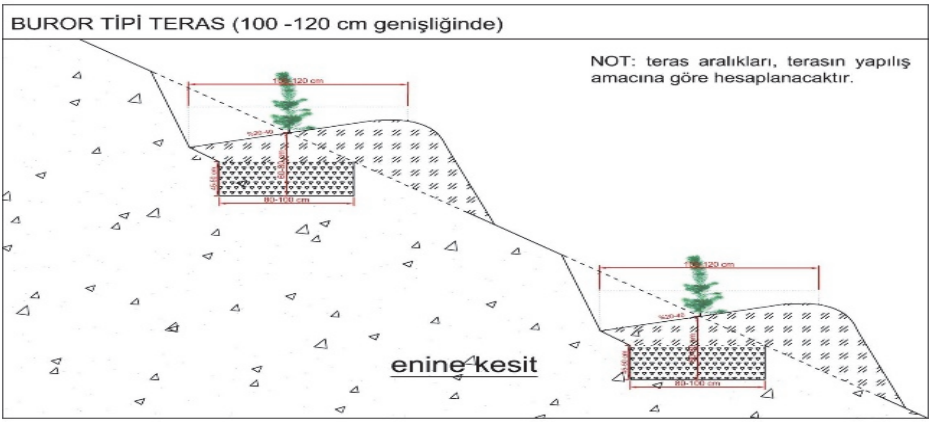
1-Kurak ve yarı kurak mıntıkalarda eğimin makineli çalışmaya uygun olduğu sahalarda paletli traktör ile alt toprak işlemesi yapılacaktır. Eğimin makineli çalışmaya uygun olmadığı, mikro topografyanın kırıklı olduğu alanlarda en az 24 HP gücünde, aks genişliği maksimum 170 cm olan ekskavatör ile 80- 100 cm genişliğinde,45- 50 cm derinliğinde şeritler halinde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılması, şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntı bünye

vererek kazı yapılmış şerit üzerine toprak çekilmesi, böylece 60 - 80 cm derinlik, 120 - 150 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilerek toprak işlemesi yapılacaktır (307 nolu poz).



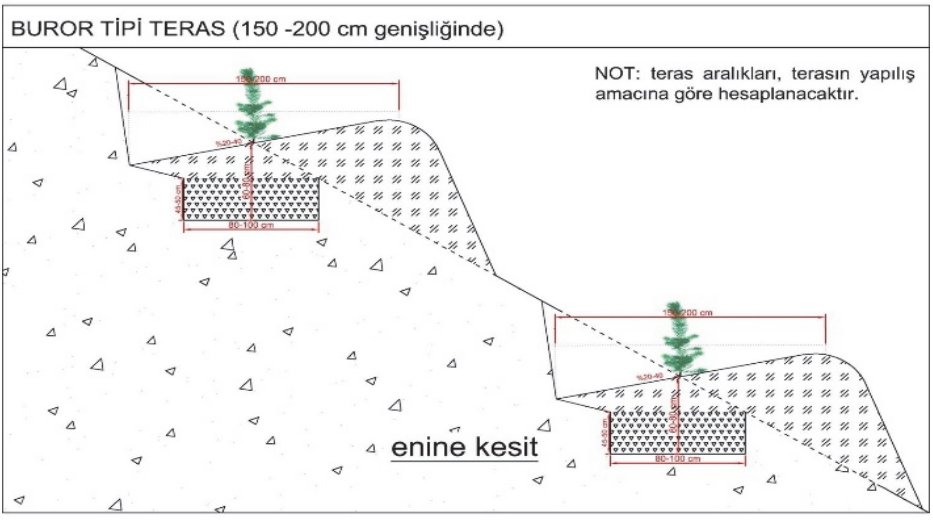
Şekil 1 Buror Tipi Teras(ÇEM-2016)

2-Kurak ve yarı kurak mıntıkalar dışında kalan alanlarda ise fizyolojik derinliği sınırlandıran yatay tabakalanmanın olduğu ve makineli bakımın ön görüldüğü sahalarda paletli traktör ile alt toprak işlemesi yapılacak, diğer alanlarda enaz 24 HP gücünde, aks genişliği maksimum 170 cm olan ekskavatör ile 80- 100 cm genişliğinde, 45- 50 cm derinliğinde şeritler halinde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılması, şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntı bünye vererek kazı yapılmış şerit üzerine toprak çekilmesi, böylece 60 - 80 cm derinlik, 100 - 120 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilerek toprak işlemesi yapılacaktır (308 nolu poz).



Şekil 2 Buror Tipi Teras(ÇEM-2016)

3-Toprak yapısı, profil taşlılığı, toprak tekstürü veya meylin dikte ettirmesi durumunda24 HP gücünde, aks genişliği maksimum 200 cm olan ekskavatör ile 80-100 cm genişliğinde, 45- 50 cm derinliğinde şeritler halinde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılması, şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntı bünye vererek kazı yapılmış şerit üzerine toprak çekilmesi, böylece 60 - 80 cm derinlik, 150 - 200 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilerek toprak işlemesi yapılacaktır.



Şekil-3 Buror Tipi Teras(ÇEM-2016)

Mini Ekskavatör Çalışma Şekli

Palet genişliği 100-170 cm, ağırlığı 2-6 ton civarında olan 24-50 beygir gücünde mini ekskavatör; önce palet izi genişliğinde, kendi tutunabileceği şekilde, eş yükseklik eğrilerine paralel, sıfır meyilde yol yapmaktadır. Yolu sonuna kadar yaptıktan sonra mini ekskavatör geri dönerken yaptığı yolda kepçe ağzı ile iki kova genişliğinde (yaklaşık 90-100 cm) toprağı, yaklaşık 45-50 cm derinliğinde olacak şekilde olduğu yerde işlemektedir. Daha sonra yamacın üst tarafından aldığı toprağa kırıntılı bünye vererek işlenmiş toprağın üzerine çekmekte ve içe doğru %20-40 meyilli olacak şekilde teras formu vermektedir. Ayrıca yapılan terasta 20-25 m. aralıklarla suyun muhtemel hareketini önlemek amacıyla banket (engel) yapılmaktadır. Ve bu şekilde çalışma sürdürülmektedir. Böylelikle arazi şartları, diri örtü boyu ve yoğunluğu dikkate alınarak 80-200 cm genişliğinde, ortalama 60-80 cm işlenmiş toprak derinliğinde, eş yükseklik eğrilerine paralel sıfır meyilde, içe doğru %20-40 meyilli teras yapılmış olmaktadır.

Bu çalışmada yol yapılırken diri örtü zaten temizlendiğinden ayrıca bir diri örtü temizliğine gerek kalmamaktadır. Diri örtünün yoğunluğu ve kuvveti arttıkça çalışmada kullanılan mini ekskavatörün palet genişliği ve gücü artırılmaktadır. Teras genişliği de diri örtünün boyu ve yoğunluğu arttıkça arttırılmalıdır. Onun için diri örtünün çok kuvvetli olduğu alanlarda teras genişliği 200 cm'ye kadar çıkarılmalıdır. Çıplak alanlarda ise palet genişliği daha küçük makinelerle çalışmak yeterlidir. Çıplak alanlarda teras genişliği 100 cm'ye kadar düşebilmektedir.

BUROR TERASIN FAYDALARI

- Bu yöntem sayesinde şimdiye kadar çalışılamayan meyilli ve sarp arazilerde ağaçlandırma yapmak daha kolay, daha ucuz ve daha başarılı olmaktadır.
- Çalışılan sahaların büyük bir bölümünün mevcut doğal örtüsüne dokunulmadığından biyolojik çeşitlilik korunarak ekosistem tahrip edilmemektedir. Erozyon tehlikesi de ortadan kaldırılmaktadır
- Orman dışında ağaçlandırılması gereken ve yine meyilli ve sarp olduğundan ağaçlandırılmayan alanlar da kolaylıkla ağaçlandırılabilecektir
- Türkiye'de gerek bozuk orman ve gerekse orman dışı alanlarda olmak üzere tahminen 5 milyon hektar alanda ağaçlandırılabilme imkanı ortaya çıkmıştır. Bu da Türkiye'nin verimli ormanlarının % 50 arttırılabilmesi anlamına gelmektedir.
- Mini ekskavatör makinelerinin ağırlığı 2-6 ton civarındadır. 40-50 tonluk büyük iş makineleri gibi araziye tahribat vermemektedir. Üstelik bu makinelerin taşınması da çok kolay olup küçük bir kamyonetle bile taşınabilmektedir. (Şenel-2011)



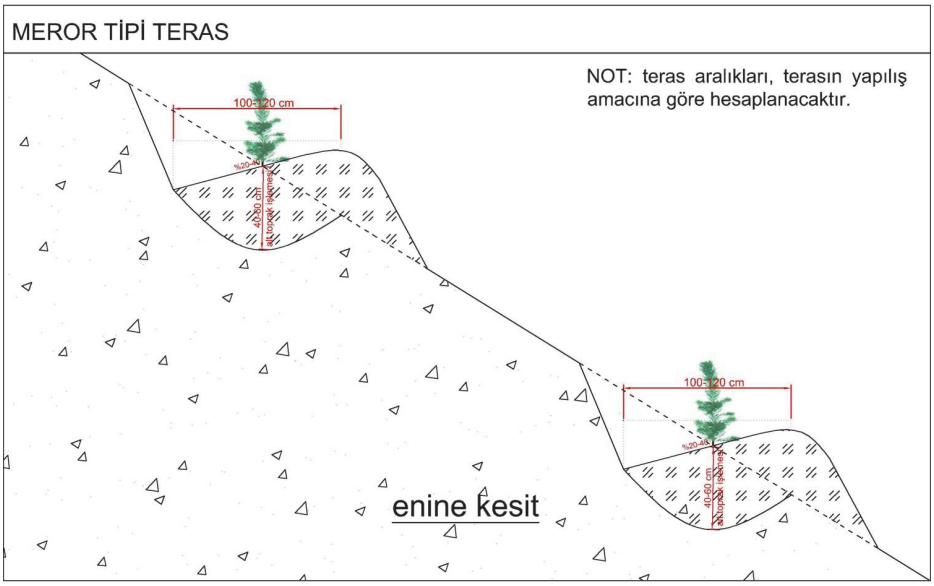

Fotoğraf 1-Mini ekskavatörle toprak işleme(Buror Teras)

Çankırı Karatekin Üniversitesi (Ç.K.Ü.), Orman Fakültesi ağaçlandırma alanında fidanların morfolojik özellikleri ve birim alanda yaşayan fidan sayısı ile toprak hazırlığı ve ağaç türü arasında ilişkileri ortaya koyabilmek için istatistiksel analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre yüzey toprakları orta ve hafif bünyeli, toprak reaksiyonları alkali ve hafif alkali, kireç miktarı %18-29, tuzluluk miktarı %0.05-1.04, organik madde miktarı %0.07-2.9 arasında değişim göstermiştir. Fidanların morfolojik özellikleri incelendiğinde en iyi çap/boy gelişimi ve birim alanda en fazla yaşayan fidan sayısının Anadolu Karaçamı (Pinusnigra Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) olduğu belirlenmiştir. Toprak hazırlığı uygulamaları bakımından makine gücü ile BUROR teras toprak hazırlığı uygulanan sahaya dikilen fidanların daha yüksek çap ve boy gelişim gösterdikleri belirlenmiştir. Orman Genel Müdürlüğünce yapılan BUROR çalışmalarının yerinde gezilerek yapılan gözlemlerde de başarı oranının yüksek olduğu ve iyi gelişim gösterdikleri belirlenmiştir.

2-Mersin Orman Bölge Müdürlüğü -Meror Teras

Ekskavatörle alt toprak işleme yöntemlerinden biri olan Meror teras, Mersin OBM'nde ağaçlandırma ve erozyon kontrol sahalarında 2008 yılından beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağırlıklı olarak karstik arazilerde, Toros sediri ekim ve dikim sahalarında uygulanan Meror Teras adını Mersin Orman'ın kısaltmasından almıştır. Meror teras; paletli traktör ve ekskavatör ile gradoni şeklinde toprak işlemenin yapılamadığı parçalı anakayanın hakim olduğu sahalarda ve ekim sahalarında yabanlaşmanın giderilmesi, tohum yataklarının hazırlanması amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Bölge Müdürlüğümüz çalışma alanları sınırları içerisinde özellikle Yukarı Toros silsilesinde; ağaçlandırma faaliyetlerinde gerek topografik yapı gerekse, kalker ana kayasına bağlı karstik (çatlaklı ve çok taşlı) yapıya sahip olması sebebiyle; meyilin %40'ın üzerindeki arazi yapılarında ekskavatörle meror tipi (gradoni teras) toprak işleme yapılmaktadır.

Toros silsilesi ve benzer yapıdaki karstik sahalarda140-180 HP motor gücünde paletli ekskavatör ile kırıcı yerine monte edilmiş tekli riper (20-25 cm genişlikte 7-10 cm kalınlıkta, 80-100 cm uzunlukta, 40-50 cm tırnak uzunluğunda ve 8-10 cm tırnak genişliğinde) ile tesviye eğrilerine dik ortalama 1 metre uzunluğunda ortalama 0,25 metre aralıklarla yan kazı yapıldıktan sonra bunların tesviye eğrilerine paralel birleştirilmesi ile 40-60 cm derinlikte alt toprak işlemesi yapılmaktadır.



Şekil 4 Meror Tipi Teras (ÇEM-2016)

Ülkemizde Toros sedirinin genel yayılış alanı, çok taşlı ve/veya fazla meyilli karstik yapıya sahip arazilerden oluştuğundan, toprak işlemesinde çoğu zaman güçlükler yaşanmaktadır. Dozerle toprak işlemesi mümkün olmayan, işçi gücü ile de herhangi bir işlem yapılamayan ya da çok yüksek maliyetli sahalarda ekskavatöre monte edilen tekli riper ile toprak işlemesi yapılabilmektedir.

Mini Ekskavatör çalışma şekli (Meror Teras)

140 beygir gücünün üzerindeki (20-30 ton) ekskavatörlerin kovalarının yerine takılan tek riper (1. m uzunluğunda 20-30 cm eninde) bir ekipman takılarak çatlaklı fizyolojik derinlikli söz konusu toprak yapılarında 1 m derinliğinde (toprağın alt katmanlarında) patlatma yapılarak ve mümkün olduğunca yerinde toprak işlenen toprak üzerinde daha sonra ekskavatör riperini sağdan sola – soldan sağa toprakta hareket ettirerek toprağa gradoni teras formu vererek teras tamamlanır.

Bu teraslar %40'ın üzerinde %60 ve üzeri meyillere kadar yapılırken %40'ın altında da dozerin paleti ile dolaşmayacağı, riperi ile de oralarda kalan toprak depolarında çalışamayacağı alanlarda ekskavatörle dolaşarak kesik teras yapmak suretiyle toprak işleme imkanı bulunmaktadır.

Ekskavatörle toprak işlemesinin avantajları Mersin Orman Bölge Müdürlüğünün yaptığı çalışmalardan şöyle belirlenmiştir (Mersin OGM):

1- Meror teras tipi ile yapılan toprak işlemelerde; işçinin toprak işleme imkanı bulunmadığı hatta dozer riperlerinin bile patlatma yaparak toprak işleme yapamadığı alanlarda çok yüksek hidrolik basınçla toprak işleme imkanları bulunabilmektedir.

2- Meror teraslarda gradoni teras formu verildiğinden yamaçtan gelen tüm yüzeysel suları topladığı gibi derin bir toprak işleme olduğu için dikilen fidanlarda %100 başarı elde edilmekte, tamamlamaya gerek kalmamakta 2 sene teraslarda ot gelişememektedir. Ayrıca derin toprakta dikilen fidanların ilk yıllarda çok daha iyi geliştiği gözlemlenmiştir

3- Meror teras ile toprak işleme tekniğinde ekskavatör yamaca dik durarak riperini alından toprağa batırarak işlediğinde ve toprağı taşımadan yerinde tuttuğundan dolayı, toprağın yamaç aşağı taşınmasını da önlemiş oluyor. Merorgradoni teraslar; Bölge Müdürlüğümüzde 2008 yılında ilk uygulamaları başlamış, ancak yaygın olarak 2012 yılından itibaren uygulama yapılmakta ağaçlandırma, rehabilitasyon ve erozyon kontrolü tesislerimizin %70-80'i meror teras olarak yapılmıştır. (Ağaçlandırma+ErozyonKontrolü+Rehabilitasyon Toplam olarak 15.823 Ha. tesis gerçekleşmiştir.)

4- Merorgradoni teraslar zaman yönünden de kısa bir sürede yapılabilmekte, fiyat yönünden de daha ekonomik (meror teraslar km'si =600-700 TL) olduğu birim fiyat pozlarından anlaşılmaktadır.



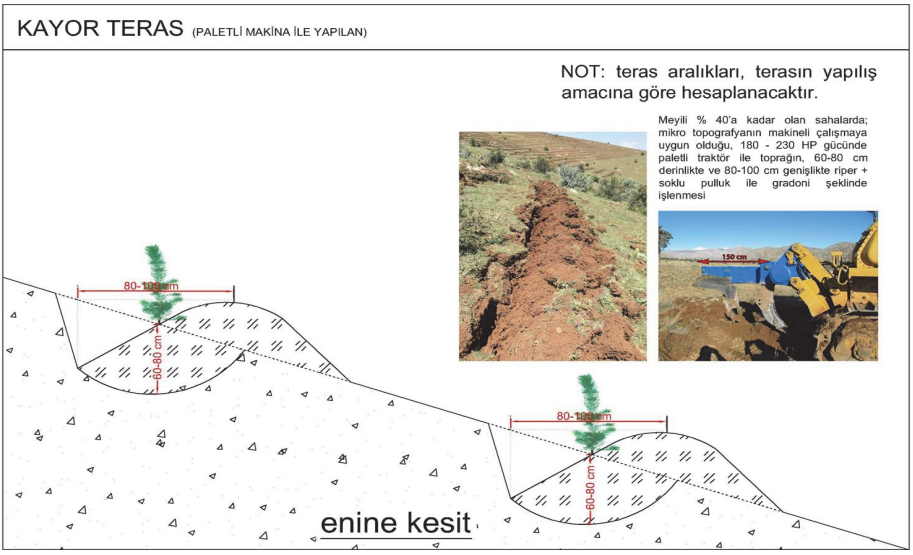
Fotoğraf 2-Mersin-cocak dere projesi



Fotoğraf 3-Mersin-Değnek Projesi

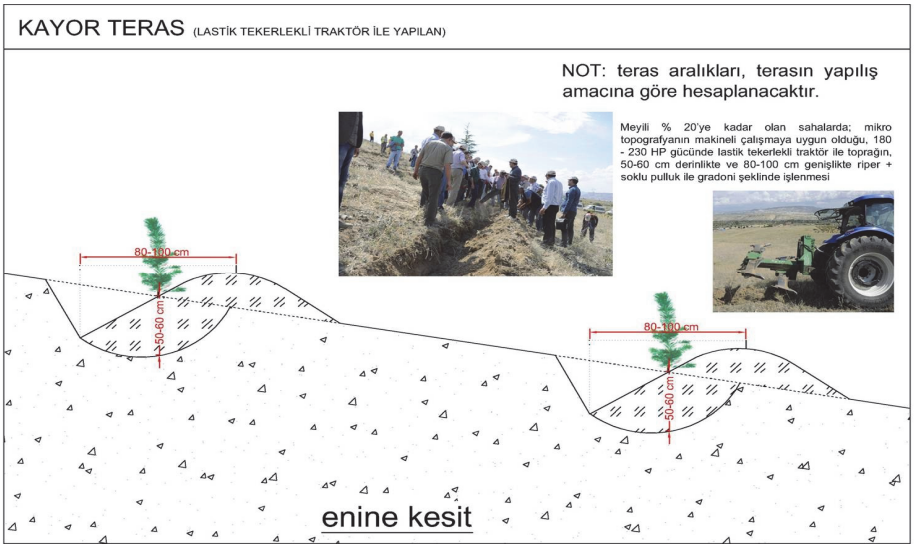
3-Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü -Kayor Teras

Kayor ismi bu terasın Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü tarafından denenmesi ve kabul ettirilmesi sonucu bu isim verilmiştir. Meyili %40'a kadar olan sahalarda; mikro topografyanın makinalı çalışmaya uygun olduğu, 180 - 230 HP gücünde paletli traktör ile toprağın, 60 - 80 cm derinlikte ve 80 - 100 cm genişlikte riper + soklu pulluk ile gradoni şeklinde işlenmesi.



Şekil-5 Kayor Tipi Teras (ÇEM-2016)

Meyili %20'ye kadar olan sahalarda; mikro topografyanın makinalı çalışmaya uygun olduğu, 180 - 230 HP gücünde lastik tekerlekli traktör ile toprağın, 50 - 60 cm derinlikte ve 80 - 100 cm genişlikte riper + soklu pulluk ile gradoni şeklinde işlenmesi.



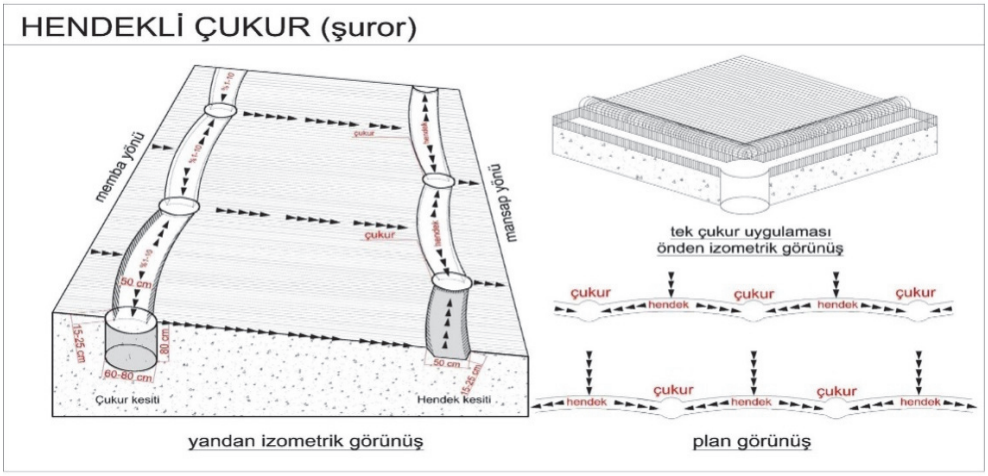
Şekil-6 Kayor Tipi Teras (ÇEM-2016)



Fotoğraf 6-Kayor teras

4-Şanlıurfa Orman Bölge Müdürlüğü -Şuror Teras

Toprağın sığ, fizyolojik derinliğin uygun olduğu, işleme derinliğinde sert ve yatay tabakalanmanın olduğu yerlerin paletli/lastikli ekskavatöre monteli kırıcı kullanarak dikim çukuru oluşturulması, oluşturulan dikim çukurlarının arasının su hasadına yönelik hendekle birleştirilmesi işidir. Kurak sahalarda, kalker anakaya sahip sığ topraklarda, tesviye eğrilerine paralel ve şaşırtmalı olarak dikilecek fidan aralıklarına göre, kırıcı ile 60 - 80 cm derinliğinde 60 x 80 cm uzunluğunda çukurlar açılır. Çukurlar arası, belirli bir meyilde, ekskavatörle 15 - 25 cm. derinlik ve 20 - 30 cm. genişlikte kanal açılmak ve kanala teras formu verilmek suretiyle çukurlar birleştirilir. Böylece kanallara gelen yüzeysel yağış suları süratle fidan çukurlarına ulaşır ve çok az yağıştan azami istifade edilmiş olur.



Şekil-8 Şuror Tipi Teras (ÇEM-2016)



Fotoğraf 7-Şuror Teras

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mini ekskavatör ile yapılan toprak işleme çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususlar bulunmaktadır. Bunlar;

Mini ekskavatör ile teras uygulamasının en önemli unsuru olan aplikasyonun teknik elemanlarca yapılması gerektiği,

Teknik özellikleri belirtilen makinelerin kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiği,

İşçi ile teras uygulamasında olduğu gibi önce yan kazı yapılması gerektiği,

Projesinde öngörülmeyen özellikteki (aks genişliği-makine gücü-kova ağız genişliği vb.) makineler kullanılmaması gerektiği (170 cm'den fazla olan makinelerde arazi tahribi),

Arazi meylinin % 50'nin altında olduğu yerlerde yapılan teraslarda 15 metrede bir, % 50 meylin üzerinde yapılan teraslarda 10 metrede bir kompartıman bırakılması gerektiği.

Ani sağanak yağış alan bölgelerde terasların depolama hacminden fazla olan suyu güvenli olarak saha dışına çıkarmak amacı ile öncelikle çalışma alanının en üst noktası ile terasın başladığı yer arasında kalan işlenmemiş alana düşen yağışı deşarj etmek için ilk teras eğimli teras olarak yapılması gerektiği,

Her 50 terastan birinin eğimli teras şeklinde uygulanması ile bu terasların suyunu boşaltacağı dere ve dereciklerin mutlaka ıslah edilmesi gerektiğidir.

Bu çalışmanın sonucuna göre hali hazırda uygulanan toprak işleme yöntemlerinin kullanılabileceği kanaati hakim olmuştur.

Türkiye ormancılığı fidan yetiştirme ve ağaçlandırma çalışmaları bakımından ana sorunlarını büyük ölçüde çözmüş ve dikim başarısı yüksek ağaçlandırmalar tesis etme gücünü göstermiştir.

Kaynaklar

Ayık, C., H. Yılmaz, and T. Zoralioğlu. "Ağaçlandırma sahalarında kullanılan diri örtü temizliği ve toprak işleme ekipmanlarının toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına etkileri." *Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği I. Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (1985)

Boydak ve Çalışkan "Ağaçlandırma "OGEM-VAK yayınları-2014

ÇEM "Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Ağaçlandırma ve Rehabilitasyon Rehberi"

OGM-ÇEM"2017 yılı ağaçlandırma, rehabilitasyon, toprak muhafaza, mera ıslahı, fidanlık, silvikültür, etüt proje birim fiyat cetveli"

Şenel "Orman ve Av"Mart-Nisan 2011

Ürgenç, S. "Ağaçlandırma Tekniği, İÜ Orman Fak." (1998).

Ürgenç, S.İ. ve Çepel N. 2001. Ağaçlandırmalar İçin Tür Seçimi, Tohum Ekimi ve Fidan Dikiminin Pratik Esasları, Tema Vakfı Yayınları

AĞAÇLANDIRMALARIN BİTKİ BİYOÇEŞİTLİLİĞİNE ETKİSİ

Figen ÇAKIR*
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, 18200, Çankırı
**figencakir@karatekin.edu.tr*

Özet

Orman varlığı ve odun üretimini artırma, karbon birikimi, toprak ve su koruma gibi amaçlarla yapılan ağaçlandırma faaliyetlerinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri ile ilgili araştırmalar oldukça az sayıdadır. Son yıllarda, ağaçlandırmaların mevcut fauna ve flora için değerli alanlar mı yoksa "yeşil çöller" mi oluşturduğu düşüncesi araştırmacıları bu konuyu incelemeye yönlendirmiştir. Araştırmacıların bir kısmı ağaçlandırmaların biyoçeşitliliği pozitif yönde etkilediğini ortaya koyarken, büyük bir kısmı negatif yönde etkilediğini ifade etmektedir.

Bu çalışmada ağaçlandırma faaliyetlerinin negatif ve pozitif etkilerini ortaya koyan çalışmalar incelenerek; arazi ve ağaç türü kullanımına bağlı olarak biyoçeşitliliğin önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları otlak, çalılık ve orman gibi doğal ekosistemlerde yapılan ağaçlandırmaların biyoçeşitliliği azalttığını; bozuk alanlarda doğal türlerin kullanıldığı ağaçlandırmalarda ise arttırdığını göstermektedir. Bu bulguların orman içi ve orman dışı ağaçlandırma programlarını yönlendirmeye yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Orman içi ağaçlandırma, orman dışı ağaçlandırma, bitki biyoçeşitliliği*

EFFECTS OF PLANTATIONS ON PLANT BIODIVERSITY

Abstract

There are very few studies on effects of plantation activities aimed to increase forestland area and wood production, carbon sequestration, soil and water conservation on biodiversity. The effect of this growing land-use change on biodiversity, however, is poorly understood and considerable debate exists as to whether plantations are 'green deserts' or valuable habitat for indigenous flora and fauna. Some authors stress positive effects, others tend to attribute a largely negative influence to plantations.

In this study, studies that reveal the negative and positive effects of plantation activities are examined; biodiversity has been found to vary significantly depending on the use of land and tree species. The results of the study indicate that plantation in natural ecosystems such as grassland, bush and forest reduces biodiversity; plantations on degraded sites with natural species increases the biodiversity. It is believed that these findings may help to reforestation and afforestation programs.

***Keywords**: Reforestration, aforestration, plant biodiversity*

Giriş

Ormansızlaşma; önemli küresel değişimlerin ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının temel nedenlerinden biridir(Brook ve ark.,2003; Laurance, 2007).Dünya çapında doğal ve yarı doğal orman alanlarının azalma oranı yıllık 13 milyon hektar civarında olup; başarılı orman içi ve ormandışı ağaçlandırmalarla meydana getirilen ormanlık ve ağaçlık alanlar ile söz konusu azalma 7,3 milyon hektara düşürülmektedir (Bass, 2004; Hechht ve ark.,2006;Liu ve ark., 2008).

Ağaçlandırmalar doğal ormanları korumanın yanında odun üretimi ve orman varlığını arttırma, toprak koruma, su rejimini düzenleme, karbon depolama, çevre düzenleme ve rekreatif amaçlara hizmet etmek için yapılmaktadır (Ürgenç, 1998; Boydak ve Çalışkan, 2014).Ağaçlandırmalar ile artan orman örtüsünün değeri, büyük oranda, ortaya çıkan ormanların özellikleri veya ekolojik kalitesine bağlıdır (Farley, 2007; Perz, 2007; Lambin ve Meyfroidt 2010; Putz ve Redford, 2010). Orman alanlarının artmasında sağladığı yararlara rağmen, ağaçlandırmaların biyoçeşitliliğin korunması üzerindeki etkileri şiddetli tartışmalara yol açmaktadır. Bazı araştırmacılar ağaçlandırmaların biyoçeşitlilik üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu ifade ederken (Matthews ve ark., 2002; Barlow ve ark.,2007; Makino ve ark.,2007), pekçok araştırmacı önemli etkilerinin olduğu hususunda ortak görüş belirtmektedir(Hartley, 2002; Cusack and Montagnini, 2004; Carnus ve ark., 2006; Brockerhoff ve ark. 2008).

Plantasyonların çevresel etkileri üzerindeki anlaşmazlıklar kısmen ağaçlandırmaların heterojenliği ve yerini aldıkları arazi örtüsünden kaynaklanmaktadır. Ekosistem amaçlarındaki değişimlerin belirlenmesinde plantasyonların sürdürülebilirliği değerlendirilirken alternatif arazi kullanımları ile plantasyonların etkileri karşılaştırılmaktadır. (Mather, 1992; Rudel ve ark., 2005; Carnus ve ark., 2006; Farley, 2007; Brockerhoff ve ark., 2008).

Bazı araştırmacılar peyzaj ekolojisi bakımından yaban hayatı koridorları görevi gören ağaçlandırmaların sürdürülebilir kalkınmada önemli rol oynadığına değinmektedir (Hobbs ve ark., 2003; Lindenmayer ve Hobbs, 2004). Bazı

araştırmacılar ise tür çeşitliliğinin korunması bakımından ağaçlandırmaların tarım ve kentsel kalkınmaya göre daha az tehlikeli olduğunu ileri sürmektedir(Carnus ve ark., 2006; Newmaster ve ark., 2006; Brockerhoff ve ark., 2008).Koruma amaçlı entegre yönetim stratejilerinin esas alındığı ağaçlandırmalarda ise özellikle nesli tükenmekte olan türler için önemli yaşam alanları oluşturulduğu vurgulanmaktadır(Brockerhoff ve ark., 2001; Pejchar ve ark., 2005; Arrieta ve Suarez, 2006).

Rudel ve ark. (2005) "plantasyonların biyoçeşitliliğin korunmasında çok az etkili olduğunu ancak karbon depolama ve toprak korumada yüksek öneme sahip olmalarından dolayı siyasi olarak teşvik edildiğini vurgulamaktadır. Bununla birlikte plantasyonların çevresel sonuçlarından; toprak karbonu üzerindeki etkileri (Bashkin ve Binkley, 1998; Guo ve Gifford, 2002; Farley ve ark.,2004), su kalitesi ve miktarı üzerine etkileri (Farley ve ark., 2005; Van Dijk ve Keenan, 2007; Farley ve ark., 2008) ve biyoçeşitlilik üzerine etkileri (Hartley, 2002; Carnus ve ark., 2006; Stephens ve Wagner, 2007; Brockerhoff ve ark., 2008; Buscardo ve ark., 2008) büyük ölçüde hem plantasyonların hemde önceki arazi kullanımının karakteristiklerine bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada ağaçlandırmaların bitki biyoçeşitliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla;(1)Arazi kullanım değişikliklerinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri nasıldır? ve (2) plantasyon karakteristikleri biyoçeşitliliği nasıl etkilemektedir? Sorularına yanıt aranmıştır.

Materyal Yöntem

Ağaçlandırmaların bitki biyoçeşitliliğine etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada detaylı bir literatür araştırması yapılmıştır. Konu ile ilgili makaleler Google Scholar veISI Web of Science (http://isiwebofknowledge.com) veritabanı kullanılarak elde edilmiştir. Makaleler araştırılırkende forestation (ormansızlaşma), plantation (ağaçlandırma), afforestation (orman dışı ağaçlandırma), plant diversity (bitki çeşitliliği) ve species richness (tür çeşitliliği) anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında derlenen çalışmalar arazi kullanım tipine göre; çayır-plantasyon, çalılık-plantasyon, primer orman-plantasyon, sekonder orman-plantasyon ve bozuk mera alanları-plantasyon şeklinde gruplandırılmıştır. Araştırmalarda çayır ve çalılıklar doğal veya yarıdoğal orman dışı ekosistemler; Primer ormanlar selektif işletmecilik ile modifiye olmuş orman alanları; sekonder ormanlar daha önce farklı amaçlar için kullanılıp terkedilen alanların doğal gençleşmesiyle oluşan ormanları ifade etmektedir. Yoğun otlatma sonucu aşırı tahrip olmuş alanlar ise bozuk mera olarak nitelendirilmektedir.

Çayır ve çalılık alanların ağaçlandırılmasına ilişkin çalışmalar; kuzey, güney ve doğu Avrupa, Afrika, Yeni Zelanda, Ürdün ve Güney Amerika, primer ormanların ağaçlandırılmasına ilişkin olanlar ise Avusturalya, Güney Amerika, Afrika, kuzey ve

güney Avrupa ve Hawai başta olmak üzere farklı bölgelerden elde edilmiştir. Bozuk mera alanlarında yapılan ağaçlandırmaları konu alan çalışmalar ise Orta Doğu, Hawaii, Yeni Zelanda, Avusturalya, kuzey ve orta Amerika ve kuzey Avrupa ülkelerinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu 3 kategori geniş bir coğrafi dağılım göstermesine rağmen Asya'da yapılmış çalışmalara rastlanmamıştır. Diğer taraftan sekonder orman ağaçlandırmalarına ilişkin çalışmaların çoğu Japonya ve Çin başta olmak üzere Asya'da gerçekleştirildiği belirlenmiştir.

Çayır ağaçlandırmaları 11, çalılık ağaçlandırmaları 11, primer orman ağaçlandırmaları 22, sekonder orman ağaçlandırmaları 34 ve bozuk mera ağaçlandırmaları 22 olmak üzere toplam 100 yayın incelenmiştir. Bitki biyoçeşitliliğini ortaya koymak amacıyla tür çeşitliliği (doğal tür çeşitliliği, egzotik tür çeşitliliği) indeksine göre karşılaştırma yapılabilecek makaleler ile farklı arazilerde yapılan çalışmalar değerlendirilmiş, toplam tür çeşitliliğinden ziyade asli tür çeşitliliğini esas alan çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Arazi kullanım değişikliğinin etkisi

Araştırma sonuçları arazi kullanım değişikliğinin biyoçeşitliliği önemli derecede etkilediğini ortaya koymaktadır. Çalılık, çayır birincil orman ve bozuk meraların plantasyonlara dönüştürülmesiyle bitki çeşitliliği önemli derecede azalırken yalnızca sekonder orman alanlarında yükselmektedir. Alana özgü, ve yerli (özellikle endemik) tür zenginliğindeki değişiklikleri dikkate almak çok önemlidir çünkü bu türler çoğunlukla arazi kullanımı değişimine en duyarlı olanlardır (Ogden ve ark., 1997; Brockerhoff ve ark. 2003)

Doğal çayır ve çalılıklarda yapılan orman dışı ağaçlandırma çalışmaları sözkonusu alanlarda bulunan bitki zenginliği ve çeşitliliğinde azalmaya sebep olmaktadır. Çayır ve çalılık gibi doğal ekosistemlerde yapılan ağaçlandırmaların doğal florayı olumsuz etkilediği (Richardson ve Van Wilgen, 1986; VanWesenbeeck ve ark., 2003; Alrababah ve ark., 2007; Lantschner ve ark.,2008), özellikle o alana özgü olan türlerin (Andres ve Ojeda,2002;Freemark ve ark., 2002; Buscardo et al. 2008) aşırı olumsuz etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Yalnızca İtalya'da yapılan bir çalışmada Chiarucci ve Dedominicis (1995) doğal tür çeşitliliğinden yoksun olan çayır ve çalılıklarda yapılan ağaçlandırmaların bitki biyoçeşitliliğini artırdığını ifade edilmektedir. Ancak aynı çalışma plantasyonlarla birlikte mevcut bitki tür sayısında artış olmasına rağmen alana özgü ve endemik türlerin sayısında azalma olduğuna da dikkat çekmektedir. Cremene ve ark.,(2005) ağaçlandırmalar ile dönüştürülen çalılıklardaki egzotik tür sayısının değişmediğini ortaya koyarken,O'Connor,(2005) egzotik tür sayısının 4 kat arttığını tespit etmiştir. Ancak her iki çalışmada da doğal tür zenginliğinde önemli azalış kaydedilmiştir.

Ekolojik açıdan doğal ve yarı doğal otlakların ve çalılıkların ağaçlandırılması genellikle negatif etkilere yol açmakta, biyolojik çeşitliliğin yanında diğer ekosistem hizmetlerini de olumsuz etkilemektedir (Brockerhoff ve ark. 2008; Buscardo ve ark., 2008).

Primer ormanlarda yapılan ağaçlandırmalara ilişkin 22 çalışmanın 21 inde ağaçlandırmaların tür zenginliğini azalttığı ifade edilmektedir. Yalnızca bir çalışmada ağaçlandırmaların tür çeşitliliğini etkilemediği gibi egzotik tür çeşitliliğinde artış sağladığı ortaya konulmuştur (Goldman ve ark., 2005).Ancak genel görüş primer ormanların ağaçlandırılmasıyla doğal tür zenginliği ve toplam bitki çeşitliliğinin azaldığı yönündedir.

Çayır, çalılık ve primer orman ağaçlandırmalarındaki sonuçların aksine sekonder ormanda yapılan plantasyonların araştırıldığı 34 çalışmanın 25 'inde bitki tür çeşitliliğinin arttığı ifade edilmektedir. Egzotik türler yerine yerli türlerin tercih edildiği ağaçlandırmalarda tür çeşitliliğinin %5 civarında artış gösterdiği ifade edilmektedir (Battles ve ark.,2001). Ayrıca o alana özgü ve endemik türlerin kullanıldığı ağaçlandırmalarda da tür çeşitliliğinin 1,5 kat arttığı vurgulanmaktadır (Cremene ve ark., 2005). Ancak egzotik türlerin kullanıldığı sekonder orman plantasyonlarında yerli tür çeşitliliğinin %17 civarında azaldığına da dikkat çekilmektedir (Cremene ve ark., 2005).

Bozuk mera alanlarında yapılan ağaçlandırmalara ilişkin 22 araştırmanın 15'i tür çeşitliliğinin arttığını bildirmektedir. Yerli türlerin kullanıldığı ağaçlandırmalarda tür çeşitliliği %45 civarında artış gösterirken, egzotik tür kullanılan plantasyonlarda %12 oranında tür çeşitliliği kaybı söz konusudur. Ancak bu konuda genelleme yapmak doğru değildir çünkü araştırmalarda sadece odunsu tür çeşitliliğinin dikkate alınarak otsu tür çeşitliliğinin değerlendirilmemesi toplam tür çeşitliliğinin nasıl etkilendiğini net bir biçimde ortaya koymamaktadır (Parrotta, 1995; Cusack ve Montagnini 2004).

Plantasyon özelliklerinin etkisi

Araştırma sonuçlarına göre özellikle primer ve sekonder orman alanları ile bozuk mera ağaçlandırmalarında yerli türlerin kullanılması durumunda bitki biyoçeşitliliğinin önemli ölçüde arttığı söylenebilir ancak hem söz konusu alanlarda hem de çayır ve çalılık gibi doğal ekosistemlerde egzotik tür kullanımı bitki çeşitliliğini olumsuz etkilemektedir (Cremene ve ark., 2005;Nagaike ve ark.,. 2006;Lantschner ve ark.,2008;Buscardo ve ark., 2008).

Ağaçlandırmalarda karışık türlerin kullanıldığı araştırma sayısı çok az olduğu için tek veya birden fazla tür kullanımına ilişkin değerlendirme yapmak güçtür. Ancak çalılıkların ağaçlandırılmasında ibreli türlerin kullanıldığı alanlarda tür

çeşitliliği %38 azalırken yapraklı türlerin tercih edildiği alanlarda azalma oranı %18'dir. Primer ve sekonder ormanlarda ibreli tür kullanımında sözkonusu azalma %33; %43 iken yapraklı tür kullanımı %36;%30 azalmaya sebep olmaktadır.

Plantasyon yaşı çalılık ve çayır ağaçlandırmalarında önemli ölçüde azalmaya sebep olurken primer ve sekonder orman ve bozuk mera plantasyonlarında etkisi bulunmamaktadır. Ne yazık ki tercih edilen türve plantasyon yaşı dışında; yönetim biçimi, arazi hazırlığı, meşcere sıklığı gibi parametrelerin tür çeşitliliğine etkisine ilişkin yorum yapmaya olanak sağlayacak bilgilere ulaşılamamıştır. Sadece meşcere kapalılığına yapılan selektif aralama müdahalelerinin biyolojik çeşitliliği olumlu yönde etkilediği ifade edilmektedir(Michelsen ve ark., 1996; Hartley, 2002). Tepe çatısı kapalılığı özellikle çayır, çalılık ve bozuk mera ağaçlandırmaları için önem arzetmekte, primer ve sekonder orman ağaçlandırmalarında etkili olmamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada yerel, ulusal ve uluslararası ölçekte plantasyonların biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri ortaya konmak suretiyle, arazi kullanım planlama ve orman yönetimi için yararlı bilgiler sağlanması amaçlanmaktadır. Araştırmanın sonuçları, daha önceki arazi kullanımı, plantasyon için tercih edilen türlerin özellikleri, plantasyon yaşı, tepe çatısı kapalılığı gibi faktörlerin plantasyon tesisini takiben bitki biyoçeşitliliğini nasıl etkilediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Araştırmaların büyük çoğunluğunda; yapılan ağaçlandırmaların doğalbitki türü zenginliklerini azaltırken, egzotik tür zenginliğinde artışlara neden olabileceği yönünde görüş bildirilmektedir. Buscardo ve ark.,(2008) egzotik tür çeşitliliğindeki artışın arazi kullanım değişikliği, ışık ve toprak koşullarındaki değişimler ve bazı durumlarda otlatmanın engellenmesi dahil olmak üzere arazi yönetimindeki tutumlardan kaynaklanabileceğini bildirmektedir. Doğal ve yarı doğal çayır ve çalılıkların ağaçlandırılması ile bitki çeşitliliği ve zenginliğinin kaybedilmesi; alan hazırlığı, gölge toleransı düşük yerli türlerin plantasyon tepe çatısı sebebiyle alandan uzaklaşması, allelopati etkisi ve ölü örtünün fiziksel bariyer etkisi (özellikle çam türlerinde ham humus) yaparak çimlenmeyi engellemesi ile bağdaştırılmaktadır (Maccherini ve De Dominicis, 2003; O'Connor, 2005; Alrababah ve ark., 2007; Buscardo ve ark., 2008).

Primer ormanların plantasyonlara kıyasla daha çok yerli tür zenginliği ve çeşitliliği içermesi (Cavelier ve Tobler 1998; Lindenmayer ve Hobbs 2004; Brockerhoff ve ark. 2008; Goldman ve ark. 2008) yönetim stratejileri, tür seçimi, plantasyon yaşı ve arazi kullanım şekline bağlı olarak değişiklik göstermektedir. primer ormanlarla karşılaştırıldığında plantasyonlarda tür zenginliğinin daha düşük seviyelerde olması, bazı bitki türlerinde tohum çimlenmesi için gerekli olan doğal

orman süreçlerindeki yapısal karmaşıklığa bağlıdır (Lindenmayer ve Hobbs, 2004; Carnus ve ark., 2006; Paritsis ve Aizen, 2008).

Sekonder orman-plantasyon dönüşümlerinin durum bazında değerlendirilmesi gerektiğini ve bu arazi kullanımının değerinin plantasyonun hedeflerine büyük oranda bağlı olduğunu düşündürmektedir. Bu durumlarda, plantasyon türü önemli bir rol oynayabilir, çünkü "plantasyon ormanlarının alana özgü yerli ağaç türlerinden oluşması doğal ormanlara eşdeğerleri olmasını sağlayabilmektedir " (Brockerhoff ve ark., 2008).

Pek çok durumda egzotik plantasyonlar bitki çeşitliliğinin düşmesine sebep olurken, yerli plantasyonlar göreceli olarak tür çeşitliliğini artırabilmektedir. Bu durum "yerli" ve "egzotik" tür tercihi bakımından önemelidir. Stephens ve Wagner, (2007) yerli plantasyonların, doğal ormanlarla habitat yapısında, egzotik plantasyonlara kıyasla genellikle daha fazla benzerlik gösterdiğini ve bu nedenlede daha çeşitli bir flora oluşmasına katkı sağladığını ifade etmektedir. Brockerhoff ve ark. (2008) plantasyon ormanlarının, yerel olarak bulunan doğal ağaç türlerinden oluşması ile doğal ormanlara eşdeğer tutulabileceğini vurgulamaktadır.

Tür çeşidine ek olarak, bazı yazarlar yaprak döken ve / veya geniş yapraklı ağaçlandırmaların çayır ve bozuk meralarda biyolojik çeşitliliğin korunması için tercih edildiğini öne sürmektedirler (Lemenih ve Teketay, 2005; Aubin ve ark., 2008). Bununla birlikte, dikim aralığı ve yoğunluğu, arazi kullanım geçmişi ve plantasyon yaşı gibi faktörlerin plantasyon türlerinden daha önemli olabileceği öne sürülmüştür (Geldenhuys 1997; Proenca ve ark.,2010).

Hartley (2002), daha önce ormanlık alanlar üzerinde kurulan plantasyonların biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini iyileştirmek için; (1) üretim sırasında bazı yerli ağaçları gruplar halinde bırakmak, (2) plantasyonları daha uzun rotasyonlarda yönetmek, (3)yoğun arazi hazırlığından kaçınmak, (5) alanda yoğun aralamalardan kaçınmak ve yerli türlerin kolonizasyonunu teşvik etmek hususlarına dikkat edilmesini öngörmektedir.

Tepe çatısı kapalılığının; plantasyon türleri veya yönetim uygulamalarının alana daha fazla ışık girmesine izin verdiği ölçüde kırılması bitki çeşitliliğini etkileyen önemli bir faktör olarak görülmektedir (Michelsen ve ark., 1996; Cannell, 1999; Brockerhoff ve ark., 2003, Lemenih ve Teketay, 2005, Carnus ve ark.,2006).

Nispeten kısa rotasyon süreli plantasyonlar doğal ormanlara kıyasla daha düşük değerde tür çeşitliliği barındırabilirler (Richardson ve Van Wilgen,1986; Alrababah ve ark., 2007; Buscardo ve ark., 2008)ve doğal çalılık ve çayırların ağaçlandırılması yerli tür çeşitliliğine önemli zararlar verebilmektedir (Michelsen ve ark., 1996; Battles ve ark., 2001; Ito ve ark., 2004; Nagaike ve ark., 2006).

Egzotik türlerin istilacı olabilme özelliği, yerli türlerle rekabete girerek ekosistemin işleyişini değiştirebilecekleri için, yerli tür çeşitliliği üzerindeki olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir (Richardson ve diğerleri 2000). Sınırlı sayıdaki çalışma kesin sonuçlar çıkarmayı engellese de, bu çalışmanın sonuçları plantasyonların egzotik türlerde bir artışa ve doğal ekosistemlerle (çayırlık, çalılık, birincil ormanlara kıyasla) yerli tür zenginliğinde bir azalmaya yol açtığını göstermektedir.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre;

- ✓ Plantasyonların tesisinde egzotik türler yerine yerli türlerin tercih edilmesi, bitki biyoçeşitliliği bakımından plantasyonlardan pozitif fayda sağlanması olasılığını yükseltmektedir.
- ✓ Plantasyonlarla doğal ekosistemleri dönüştürmek yerine, orijinal varlığı koruma amaçlı plantasyonlar yapmak bitki çeşitliliği üzerinde olumlu etkiler sağlayacaktır.
- ✓ Sürdürülebilir arazi yönetimi bakımından; arazi kullanım değişikliğinin bitki çeşitliliği yanı sıra, su temini, karbon döngüsü, üretim vb durumlara olan etkisi de dikkate alınmalıdır.
- ✓ Ayrıca bu çalışma çayır ve çalılık gibi doğal ekosistemlere ilişkin yeterli düzeyde araştırma yapılmadığını ortaya koymaktadır.
- ✓ Ekosistem biyoçeşitliliğini artırmak için yeni plantasyonlarda yerli tür kullanma eğilimlerini desteklemenin yanı sıra çayır ve çalılıkların yerli türlerle ağaçlandırılmasına ilişkin daha çok araştırma yapılmasını öngörülmektedir.

Kaynaklar

Alrababah, MA., Alhamad, MA., Suwaileh, A., Al-Gharaibeh, M., 2007 Biodiversity of semi-arid Mediterranean grasslands: impact of grazing and afforestation. Appl Veg Sci vol.10. p257–264

Andres, C., Ojeda, F., 2002. Effects of afforestation with pines on woody plant diversity of Mediterranean heathlands in southern Spain. Biodivers Conserv vol.11. p1511–1520

Arrieta, S., Suarez, F., 2006 Scots pine (Pinus sylvestris L.) plantations contribute to the regeneration of holly (Ilex aquifolium L.) in mediterranean central Spain. Eur J Forest Res 125:271–279

Aubin I, Messier C, Bouchard A (2008) Can plantations develop understory biological and physical attributesof naturally regenerated forests? Biol Conserv 141:2461–2476

Barlow, J., Gardner, TA., Araujo, IS., Avila-Pires, TC., Bonaldo, AB., Costa, JE., Esposito, MC., Ferreira, LV., Hawes,J., Hernandez, MIM., Hoogmoed, MS., Leite, RN., Lo-Man-Hung, NF., Malcolm, JR., Martins, MB., Mestre. LAM., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, AL., Overal, WL., Parry, L., Peters, SL., Ribeiro-Junior, MA., da Silva, MNF., da Silva Motta, C., Peres, CA., 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary,secondary, and plantation forests. Proc Natl Acad Sci USA. vol 104.p18555–18560.

Bass, J.O.J., 2004. More trees in the tropics. Area (Royal Geographical Society) vol. 36, p. 19–32.

Bashkin, MA., Binkley, D., 1998. Changes in soil carbon following afforestation in Hawaii. Ecology. Vol.79.p 828–833

Battles, JJ., Shlisky, AJ., Barrett, RH., Heald, RC., Allen-Diaz, BH., 2001. The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. For Ecol Manag 146:211–222

Boydak, M.,Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma. Ogem-Vak. İstanbul.

Brockerhoff, EG., Ecroyd, CE., Langer, ER., 2001 Biodiversity in New Zealand plantation forests policy,trends, incentives, and the state of our knowledge. NZ J For. Vol 46.p 31–37

Brockerhoff, EG., Ecroyd, CE., Leckie, AC., Kimberley, MO., 2003. Diversity and succession of adventive and indigenous vascular understorey plants in Pinus radiata plantation forests in New Zealand. For Ecol Manag 185:307–320

Brockerhoff, EG., Jactel, H., Parrotta, JA., Quine, CP., Sayer, J., 2008. Plantation forests and biodiversity:oxymoron or opportunity? Biodivers Conserv 17:925–951

Brook, BW., Sodhi, NS., Ng. PKL., 2003. Catastrophic extinctions follow deforestation in Singapore. Nature.vol424. p 420–423.

Buscardo, E., Smith, GF., Kelly, DL., Freitas, H., Iremonger, S., Mitchell, FJG., O'Donoghue, S., McKee, AM., 2008.The early effects of afforestation on biodiversity of grasslands in Ireland. Biodivers Conserv 17:1057–1072

Cannell, MGR., 1999. Environmental impacts of forest monocultures: water use, acidification, wildlife conservation, and carbon storage. New Forests 17:239–262

Carnus, JM., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K., Walters, B., 2006. Planted forests and biodiversity. Journal of Forestry. vol 104. p 65–77

Cavelier J, Tobler A (1998) The effect of abandoned plantations of Pinus patula and Cupressus lusitanica on soils and regeneration of a tropical montane rain forest in Colombia. Biodivers Conserv 7:335–347

Chiarucci, A., Dedominicis. V.,1995. Effects of pine plantations on ultramafic vegetation of central Italy. Israel J Plant Sci 43:7–203912 Biodivers Conserv (2010) 19:3893–3915

Cremene, C., Groza, G., Rakosy, L., Schileyko, AA., Baur, A., Erhardt, A., Baur, B., 2005. Alterations of steppe-likegrasslands in Eastern Europe: a threat to regional biodiversity hotspots. Conserv Biol.19:1606–1618

Cusack, D., Montagnini, F., 2004. The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. Forest Ecology Management.188. p1–15

Farley, KA., Kelly, EF., Hofstede, RGM., 2004. Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes. Ecosystems 7:729–739

Farley, KA., Jobbagy, EG., Jackson, RB.,2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. Glob Chang Biol 11:1565–1576

Farley, KA.,2007. Grasslands to tree plantations: forest transition in the Andes of Ecuador. Ann Assoc Am Geogr 97:755–771

Farley, KA., Pineiro, G., Palmer, SM., Jobbagy, EG., Jackson, RB., 2008. Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation. Water Resour Res 44. doi:10.1029/2007WR006659

Felton A, Knight E, Wood J, Zammit C, Lindenmayer D (2010) A meta-analysis of fauna and flora species richness and abundance in plantations and pasture lands. Biol Conserv 143:545–554

Freemark, KE., Boutin. C., Keddy, CJ., 2002. Importance of farmland habitats for conservation of plant species. Conserv Biol 16:399–412

Geldenhuys, CJ., 1997. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province,South Africa. For Ecol Manag 99:101–115

Goldman, RL., Goldstein, LP., Daily, GC.,2008. Assessing the conservation value of a human-dominated island landscape: plant diversity in Hawaii. Biodivers Conserv 17:1765–1781

Guo, LB., Gifford, RM., 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. Glob Chang Biol.8:345–360

Hartley, MJ., 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. Forest Ecology Managgement. vol155. p81–95

Hecht, SB., Kandel, S., Gomes, I., Cuellar, N., Rosa, H., 2006. Globalization, forest resurgence, and environmental politics in El Salvador. Elseviervol.34, p 308–323.

Hobbs, R., Catling, PC., Wombey, JC., Clayton, M., Atkins, L., Reid, A., 2003. Faunal use of bluegum (Eucalyptus globulus) plantations in southwestern Australia. Agrofor Syst 58:195–212

Ito, S., Nakayama, R., Buckley, GP., 2004. Effects of previous land-use on plant species diversity in seminatural and plantation forests in a warm-temperate region in southeastern Kyushu, Japan. For Ecol Manag. 196:213–225

Kanowski, J., Catterall, CP., Wardell-Johnson, GW., Proctor, H., Reis, T., 2003. Development of forest structure on cleared rainforest land in eastern Australia under different styles of reforestation. For Ecol Manag 183:265–280

Lantschner, M., Rusch, V., Peyrou, C., 2008. Bird assemblages in pine plantations replacing native ecosystems in NW Patagonia. Biodivers Conserv 17:969–989

Lambin, EF., Meyfroidt, P., 2010. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. Land Use Policy 27:108–118

Laurance, WF., 2007. Have we overstated the tropical biodiversity crisis? Trends in Ecology& Evolution. vol 22. p65–70.

Lemenih, M., Teketay, D., 2005. Effect of prior land use on the recolonization of native woody species under plantation forests in the highlands of Ethiopia. For Ecol Manag 218:60–73

Lindenmayer, DB., Hobbs, RJ., 2004. Fauna conservation in Australian plantation forests—a review. Biol.Conserv. 119:151–168.

Liu, JG., Li, SX., Ouyang, ZY., Tam, C., Chen, XD., 2008. Ecological and socioeconomic effects of China's policies for ecosystem services. PNAS (Proceedig of the National Academy of Science of USA) vol 105. No 28.

Maccherini, S., De Dominicis, V., 2003. Germinable soil seed-bank of former grassland converted to coniferous plantation. Ecol Res 18:739–751

Makino, S., Goto, H., Hasegawa, M., Okabe, K., Tanaka, H., Inoue, T., Okochi, I.,2007. Degradation of longicorn beetle (Coleoptera, Cerambycidae, Disteniidae) fauna caused by conversion from broad-leaved to manmade conifer stands of Cryptomeria japonica (Taxodiaceae) in central Japan. Ecological Research 22:372–381.

Mather, AS., 1992. The forest transition. Area 24:367–379

Matthews, S., O'Connor, R., Plantinga, AJ.,2002. Quantifying the impacts on biodiversity of policies for carbon sequestration in forests. Ecological Economy. vol 40. p71–87.

Michelsen, A., Lisanework, N., Friis, I., Holst, N., 1996. Comparisons of understorey vegetation and soil fertility in plantations and adjacent natural forests in the Ethiopian highlands. J Appl Ecol 33:627–642

Nagaike, T., Hayashi, A., Kubo, M., Abe, M., Arai, N., 2006. Plant species diversity in a managed forest landscape composed of Larix kaempferi plantations and abandoned coppice forests in central Japan. For Sci 52:324–332

Newmaster, SG., Bell, FW., Roosenboom, CR., Cole, HA., Towill, WD., 2006. Restoration of floral diversitythrough plantations on abandoned agricultural land. Can J Forest Res 36:1218–1235

O'Connor, TG., 2005. Influence of land use on plant community composition and diversity in Highland Sourveld grassland in the southern Drakensberg, South Africa. J Appl Ecol 42:975–988

Ogden, J., Braggins, J., Stretton, K., Anderson, S., 1997. Plant species richness under Pinus radiata stands on the central North Island Volcanic Plateau, New Zealand. NZ J Ecol 21:17–29

Paritsis, J., Aizen, MA., 2008. Effects of exotic conifer plantations on the biodiversity of understory plants, epigeal beetles and birds in Nothofagus dombeyi forests. For Ecol Manage 255:1575–1583

Parrotta, JA. 1995. Influence of overstory composition on understory colonization by native species inplantations on a degraded tropical site. J Veg Sci 6:627–636

Pejchar, L., Holl, KD., Lockwood, JL., 2005. Hawaiian honeycreeper home range size varies with habitat:implications for native Acacia koa forestry. Ecol Appl 15:1053–1061

Perz, SG., 2007. Grand theory and context-specificity in the study of forest dynamics: forest transition theory and other directions. Prof Geogr 59:105–114.

Proenca, VM., Pereira, HM., Guilherme, J., Vicente, L., 2010. Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal. Acta Oecol-Int J Ecol 36:219–226

Richardson, DM., Van Wilgen, BW., 1986. Effects of 35 years of afforestation with Pinus radiata on the composition of mesic mountain Fynbos near Stellenbosch. S Afr J Bot 52:309–315

Richardson, DM., van Wilgen, BW., 2004. Invasive alien plants in South Africa: how well do we understand the ecological impacts? S Afr J Sci 100:45–52

Rudel, TK., Coomes, OT.,, Moran, E., Achard, F., Angelsen, A., Xu, J., Lamdin, E., 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. Glob Environ Change 15:25–31

Stephens, SS., Wagner, MR., 2007. Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective. J For 105:307–313

Ürgenç, S., 1998.Ağaçlandırma tekniği. İstanbul üniversitesi orman fakültesi yayın no:441 ISBN:975-404-446-5. İstanbul.

Van Dijk, A., Keenan, RJ., 2007. Planted forests and water in perspective. For Ecol Manag 251:1–9

Van Wesenbeeck, BK., Van Mourik, T., Duivenvoorden, JF., Cleef, AM.,2003. Strong effects of a plantation with Pinus patula on Andean subparamo vegetation: a case study from Colombia. Biol Conserv.114:207–218

AĞAÇLANDIRMALARIN TOPRAK EKLEMBACAKLILARININ MİKTAR VE ÇEŞİTLİLİKLERİNE ETKİSİ

Yrd. Doç. Dr. Meriç ÇAKIR,
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 18200, Çankırı
mericcakir@karatekin.edu.tr

Özet

Orman ekosistemlerinde çeşitliliğin ve besin döngüsü gibi ekosistem süreçlerinin oluşmasında ağaçlar anahtar türlerdir. Ağaçlandırmalar ile bu ekosistem özelliklerinden mikroklima, humus tipi ve toprağın bazı kimyasal ve biyolojik özellikleri değişebilmektedir. Ölüörtü ve toprak eklembacaklıları, besin dinamiklerinin ve toprak kalitesinin düzenlenmesi gibi birçok ekosistem sürecinde etkisi olan ve ekosistem durumu ve değişiminde biyogösterge olarak kullanılan önemli canlılardır. Bu çalışmada ağaçlandırma sonrasında toprak eklembacaklılarının komünite ve biyoçeşitliliğinde meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Ormancılıkta ağaçlandırmaların biyoçeşitlilik üzerine olan etkileri birçok çalışmada karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Birçok çalışma ağaçlandırmaların toprak eklembacaklıları üzerinde olumlu, olumsuz ve önemsiz etkileri olduğunu göstermiştir. Bu çalışma sonucunda, tek tür ile yapılan ibreli ağaçlandırmalarının toprak eklembacaklı çeşitliliğini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte karışık ormanların ve geniş yapraklı türlerin toprak eklembacaklılarını olumlu etkilediğigörülmüştür. Sonuç olarak yapılan bu çalışmanın ormancılık uygulamalarına ve ileride yapılacak çalışmalara kılavuz olması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ağaçlandırma, mikroeklembacaklı, makroeklembacaklı, Collembola, Akar*

THE EFFECT OF PLANTATIONS ON ABUNDANCE AND DIVERSITY OF ARTHROPODS

Abstract

Tree species is a key driver of forest biodiversity, and ecosystem processes, such as nutrient cycling. Ecosystem processes like a microclimate, humus type, and chemical and biological properties of soil may be altered by changing tree species with plantation. Soil and litter arthropods are important in many forest ecosystem processes where they help to regulate nutrient dynamics and soil quality, and are useful bioindicators of ecosystem condition and change. The aim of this study was to

assess the dynamics of soil invertebrate diversity and community structure after plantation.

Effects of plantation forestry on biodiversity are controversially discussed in literature. Most of studies showed that plantations have positive, negative and non-significant effects on soil arthropods. In this review shows that soil arthropods diversity can be negatively affected by the monoculture conifer plantations. However, some of the studies did find that increased tree richness or the introduction of broadleaves had a positive effect on soil arthropods. As a result, current study is thought to be a guide for the forestry practices and future studies.

***Keywords**: Plantation, microarthropod, macroarthropod, Collembola, Acari*

Giriş

Dünyada yılda 7,6 milyon hektar alan ormansızlaşmakta ve biyoçeşitlilik üzerinde çok büyük olumsuz etkileri olmaktadır. Ağaçlandırmalar ile orman miktarı artmasına (4,3 milyon ha) rağmen küresel ölçekte ormansızlaşma 3,3 milyon hektardır (MacDicken ve ark., 2016). Plantasyonlar dünya genelinde en yaygın arazi kullanımı olmakta ve bu antropojenik ormanlar biyoçeşitliliği korumaktadır (Brockerhoff ve ark., 2008).

Toprak eklembacaklıları, ekosistem fonksiyonlarından biyojeokimyasal döngü üzerinde önemli görevleri olan canlılardır (Petersen ve Luxton, 1982). Bu faaliyetleri ile bitkilerin çeşitliliğini, miktarını, süksesyonunu ve verimliliği etkilerler (Bardgett ve van der Putten, 2014). Toprak biyoçeşitliliği, mekânsal ve zamansal olarak çevresel faktörler, popülasyon süreçleri, bozulma ile şekillenir (Bardgett ve van der Putten, 2014). Vanbergen ve ark. (2007) Peyzaj ölçeğinde habitat çeşitliliğinin toprak çeşitliliğini etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, lokal ölçekte toprak faunasının çeşitliliği ve aktiviteleri tepe-aşağı (top-down) ve dip-yukarı (bottom-up) süreçleri tarafından kontrol edilmektedir(Hättenschwiler ve Gasser, 2005).Bununla birlikte toprak altı ve üstünde bulunan canlıların çeşitliliği arasındaki ilişki pozitif, negatif veya nötr olabilmektedir (Hooper ve ark., 2000).Orman ekosistemlerinde uygulanan ormancılık faaliyetleri meşcerenin sıklığını ve kapalılığını etkilerken toprak faunasını ve fonksiyonlarını doğrudan (ölüörtü kalitesi) veya dolaylı (toprak pH'sı ve nemi, gelen ışık miktarı gibi çevresel faktörler ve mikrohabitatlar yaratarak) olarak etkileyebilmektedir (Farská ve ark., 2014; Çakır ve Çakır, 2015). Örneğin geniş yapraklıdan ibreli türe dönüştürülen alanlarda toprak komünitesi humus tipinin ve pH'sının değişiminden etkilenmektedir (Ponge, 1999; Çakır ve Makineci, 2017). Tür değişimi sonrasında kök bölgesinde meydana gelen kökün morfolojisi, besin içeriği ve salgıladığı enzimlerin toprak faunası üzerine olan etkileri ise daha az çalışılmıştır (Hodge ve ark., 1998; Lang ve Polle, 2011).

Çok az çalışmada ağaçlandırmaların toprak faunası üzerine olan etkilerine değinilmiş olmasına rağmen (Bezkorovaynaya, 2005), toprak altında büyük çeşitliliğe sahip olan toprak faunasının organik maddenin ayrışması, besin mineralizasyonu ve döngüsü ile bitki büyümesine olan katkıları gibi ekosistem süreçlerine olan etkileri üzerine birçok çalışma mevcuttur(Wardle ve ark., 2004; Scheu, 2005). Örneğin mikroeklembacaklılar (Collembola ve Akari) ölüörtü ayrışmasını %10-20 hızlandırmaktadır (Hättenschwiler ve Gasser, 2005). Ayrıca toprak canlıları vejetasyonu, bitki köklerine zararlı canlılar ile beslenerek doğrudan besin maddelerini mineralize ederek dolaylı olarak etkilemektedirler (Filser, 2002; Coleman ve ark., 2004).

Bu çalışmada ağaçlandırmaların toprak eklembacaklıları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaç için ibreli ve geniş yapraklı türler ile yapılan ağaçlandırmaların ölüörtü ve toprak içerisinde yaşayan makro ve mikroeklembacaklıların miktar ve çeşitliliğine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır

Materyal Yöntem

Bu çalışmada ağaçlandırmaların, toprak eklembacaklıların(makro ve mikroeklembacaklılar) miktar ve çeşitliliğine olan etkileri üstünde durulmuştur. Elde edilen makaleler ISI Web ofScience (http://isiwebofknowledge.com/) ve Google Scholarveritabanı kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen makaleleri ararken kullanılan anahtar kelimeler ağaçlandırmanın toprak faunasına etkileri ile ilgilidir: plantation, afforestation, soilfauna, microarthropods, Collembola, Acari. Elde edilen yaklaşık 74 makaleden 21 tanesi kullanılmıştır (Tablo 1).Literatür çalışmasında bütün biyomlarda araştırma yapılmasına rağmen en fazla çalışma ılıman biyomdan elde edilmiştir. Araştırmaların büyük bir çoğunluğu ağaç türü çeşitliliğinin toprak faunasına olan etkisi üzerine değinmiş fakat çok az bir kısmı doğal ormanlık alanların ağaçlandırmasıile toprak faunasına olan etkisi üzerine olduğundan bu sayı yarı yarıya düşmüştür.

Tablo1. Ağaçlandırmaları toprak eklembacaklıları (makro ve mikroeklembacaklılar) üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların özeti.

Canlı	**Ağaç türü**	**Uygulama**	**Yer/ Şehir/ Ülke**	**Toprak tipi**	**Toprak faunasının toplama yöntemi**	**Toprak faunasının etkisi**	**Kaynak**
Mezofauna	26 yaşında *Cryptomeriajapo-nica*	Ağaçlandırma alanında mezo-faunanın mev-simsel değişimi	Japonya	-	Çelik silindir ile topraktan 0-15cm (5x4x5cm)	Toprak faunasının mevsimsel değişimi ve biyokütlesi incelenmiş	(Hijii, 1989)
Mikro eklem-bacaklı	Degrade olmuş nadas (fallow) alanında, *Acacia-leptocarpa, Sennasiamea, Leucaenaleuco-ceph*ala ağaçlan-dırması	Her bir ağaç türü ayrı ağaçlandır-ma	Ibadan/ Nijerya	OxicPaleus-talf	50cm² alan ve 6cm derinlik deki çelik silindir	Mikroeklembacaklıpo-pülasyonu nadas alanına göre ağaçlandırma alanlarında yağışlı dönemde daha yüksek çıkmıştır. Nadas alanın-daki bitkilerin (*Zea-mays, Manihotesculen-ta*) lignin içeriği ile eklembacaklı popülas-yonu arasında pozitif korelasyon olduğu belirtilmiştir.	(Adejuyigbe ve ark., 1999)
Collembola	Sitka Ladini	Tıraşlama, ağaçlandırma (farklı yaşlı)	İngiltere/ Hamsterley Ormanı	Kumtaşı üstü sığ turbalık	Çelik silindir	Genç plantasyonlarda ayrışma yavaş, yaş arttıkça gölgelenmeye bağlı olarak ayrışma artmakta. Kapalılık azaldıkça Collembola miktarı azalmakta	(Butterfield, 1999)
Collembola	Ladin (*Piceaabies* (L.) ve Kayın (*Fagussylvatica* L.)	Ağaçlandırma	Pyrenees/ Fransa	Granit, pegmatit, gnays, şist ve kireçtaşı	Çelik silindir	Ladin plantasyonu ile humus formu mulldan-moder'e değişmiş ve ölüörtü kalınlığı artmış. Collembola çeşitliliği azalmış	(Cassagne ve ark., 2004)
Collembola	Yarıdoğal kayın (*Fagussylvaticus*) ormanında ibreli (*Abiesgrandis* ve *Piceaabies*). ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Pyrenees / Fransa	Şist anaka-yası "bruni-sol"	Çelik silindir 250 cm^3	Ladin ve Göknar plantasyonu Collembola çeşitliliğini doğal ormana kıyasla azaltmış-tır. Ayrıca plantasyon endemik olan ve ende-mik olmayan türlerin miktarınıda azaltmıştır.	(Deharveng, 1996)

Mikro eklembacaklı	*Pinuspalustris Mill.,P. echinata-Mill.,Quercus spp.* karışık alanında *Pinustaeda* L ağaçlandırması	Ağaçlandırmada, kesim, saha hazırlığı ve gübreleme	Teksas/ USA	-	Silindir (10cm derinlik 5cm çap)	Az kesim yapılan alanda collembola ve acari miktarı fazla, çalışmanın 2. Yılında gübreleme birçok eklembacaklı miktarını olumlu etkisi olmuş	(Bird ve ark., 2004)
Mikro eklembacaklı	*Quercus petraea* ormanında *Pinussylvestris* ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Belgrad Ormanı/ İstanbul/ Türkiye	Luvisol	Çelik silindir (5cm derinlik 5cm çap)	Meşe sahalarına yapılan sarıçam ağaçlandırması mikroeklembacaklı sayısını azaltmasına rağmen çeşitliliğini arttırmıştır.	(Çakır ve Makineci, 2017)
Mikro eklembacaklı	Ökaliptus (*Eucalyptuspauciflora*) ormanından radiata çamı (*Pinusradiata*) ağaçlandırması	Ağaçlandırma	JenolanCaves Karst Koruma Alanı/ Avustralya	-	2 litre'lik örnekleme	Çam ağaçlandırması mikroeklembacaklı çeşitliliğini düşürmekte fakat Collembola ve Akaritaksonları ağaçlandırma alanında sayıca fazla bunun nedeni yüksek nem ve C:N oranı ve düşük pH olabilir.	(Robson ve ark., 2009)
Mikro eklembacaklı	*Pinuspatula*ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Andean ormanı / Kolombiya	Kumtaşı, Kil	Çukur tuzak	Ağaçlandırma eklembacaklıfaunasının miktar ve çeşitliliğini azaltmıştır. Ve bu durum toprak canlılarının komünite ve trofik yapılarını değiştirmiştir.	(León-Gamboa ve ark., 2010)
Collembola ve Akari	1tür: kayın; 3tür: kayın, ıhlamur, dişbudak; 5tür: kayın, ıhlamur, dişbudak, gürgen, akçaağaç.	Ağaç tür eşitliliği arttırılmış	Hainich Milli parkı/ Almanya	Luvisol	5cm çapında çelik silindir.	Mikroeklembacaklı miktarı karışık meşcereye kıyasla saf alanda daha fazladır.	(Jacob ve ark., 2009)
Collembola ve Akari	Saf çam ormanı kayın ile karıştırılmış ve çam-meşe-kayın karışımı yapılmış	Ağaçlandırma	Almanya	Pleistosen toprakları	Formalinekstraksiyonu ve elle toplama	Toprak faunası miktarı iğne yapraklı ormana kıyasla artmıştır.	(Von Kautz ve Topp, 1998)
Mikro ve Makro eklembacaklı	*Quercus petraea* ormanında *Pinusnigra* ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Belgrad Ormanı/ İstanbul/ Türkiye	Luvisol	Çelik silindir (5cm derinlik 5cm çap)	Karaçam ağaçlandırmasında eklembacaklı miktarı fazla olmasına rağmen biyoçeşitlilik doğal meşe alanına kıyasla düşük çıkmıştır.	(Cakir ve Makineci, 2013)
Mikro ve Makro eklembacaklı	Birincil orman, 13 yaşında ikincil orman ve 5 yaşındaki polikültür ağaçlandırman	Doğal ve ağaçlandırma	Manaus/ Amazon	Latosol	Mikroeklembacaklılar 6cm çağında makroeklembacaklılar 21cm çapında çelik silindir.	Ağaçlandırma alanındaki fauna birincil orman ile neredeyse aynı olmasına rağmen komünite yapılarında farklılıklar vardır.	(Höfer ve ark., 2001)

Mikro ve Makro eklembacaklı	Doğal Andean kızılağacı (*Alnusacuminata*) ormanında Andean kızılağacı ve Çin dişbudağı (*Fraxinuschinensis*) ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Andes / Kolombiya	-	50 x 50 cm^2 ölüörtü örneği	Düşük rakımdaki Çin dişbudağı ağaçlandırması eklembacaklı miktar ve çeşitliliğini düşürmesine rağmen yüksek rakımdaki Andes kızılağacı ağaçlandırması etkilememiştir. Çin dişbudağı eklembacaklı çeşitliliğini azaltmasına rağmen bu canlılar için habitat sağlamaktadır. (not: kendi türü ile yapılan ağaçlandırmada doğal alan ile fark çıkmamış)	(Kattan ve ark., 2006)
Makro eklembacaklı	*Betulapendula*ormanındaLadin ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Jyväskylä/ Finlandiya	McLean ve Huhta, 2002 ya bakılacak	5cm derinliğinde 25 cm × 25 cm kare örnekleme	Makroeklembacaklıkomünitesi ve biyokütlesi neredeyse aynı. Coleoptera aynı olmasına rağmen biyoçeşitlilik azalmış	(Huhta, 2002)
Makro eklembacaklı	Doğal ormanda *Acaciamangium* ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Sarawak/ Malezya	Podzolik toprak Arenaceous (kumlu) kaya	30 cm x 30 cm kare örnekleme	Yapılan ağaçlandırma, makroeklembacaklı miktarını değiştirmemesine rağmen biyokütlede artışa neden olmuştur. Bu artışa solucan ve isopodamiktartarının fazla olması neden olmuştur.	(Tsukamoto ve Sabang, 2005)
Makro eklembacaklı	Doğal meşe-kayın (170 yaş) ormanında *Pinussylvestris* (110) ve *Picea*spp. (55) ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Kuzey batı Almanya	Meşe-kayın alanı kum ve kil, çam ve ladin turbalık	Çukur tuzak	Meşe-kayın alanında böcek miktarı çam ağaçlandırmaya göre fazla olmasına rağmen örümcek miktarı ladin alanında fazla bulunmuştur. Her üç alanda gösterge türler belirlenmiştir.	(Finch, 2005)
Makro eklembacaklı	Betulapendula, Piceaabies, Pinussylvestris ağaçlandırması	Ağaçlandırma	Finlandiya	-	6,5cm çapındaki çukur tuzak	Eklembacaklıların biyoçeşitlilikleri ağaç türü tarafından etkilenmektedir. Yapraklı türlerde biyoçeşitlilik ibreli türlere kıyasla daha fazla olmaktadır.	(Komonen ve ark., 2015)

Makrofauna	Yarı yaprak döken ormanı *Cynometramegalophylla* ova ormanı *Anogeissusleiocarpa* kurak ormanı Terk edilmiş yerleşim Çok yıllık *Chromolaenaodorata* ormanı Genç ve yaşlı teak plantasyonu Enerji ormanı İzole orman parçaları	Eklembacaklı çeşitliliği	Lama ormanı/ Cotonou/ Benin	Vertisols	Çukur tuzak	Doğal ve bozulmuş ormanlarda tür çeşitlili bakımından fark olmamasına rağmen, Yaşlı teak plantasyonunda, genkteakplantasyonune ve enerji odunu plantasyonuna kıtyasla çeşitlilik yüksek.	(Lachat ve ark., 2006)
Makrofauna	Ladin (*Piceaabies* (L.) H. Karst.) ile meşe (*Quercus robur* L.) ve Ladin ile Sarı çam (*Pinussylvestris* L.), karışık orman	Karışık plantasyonlar ile saf ladin	İrlanda	Kahverengi toprak (Brown Earth)	Çukur tuzak	Karışık ve saf ladin alanları arasında eklembacaklıfaunası arasında fark çıkmamıştır ve benzer çevresel (meşcere yapısı, vejetasyon ve ölüörtü miktarı) özellikler göstermişlerdir.	(Oxbrough ve ark., 2012)
Makro eklembacaklı	Saf ladin ormanı, kayın ve göknar plantasyonu ve *Fagus sylvatica, Abiesalba* ile *Picea abies* plantasyonu	Saf orman, yarı doğal dağlık ormana dönüştürülmüş	Black Forest/ Almanya	Kambisol	5cm çapında ve 21cm çapında çelik silindir.	Makrofaunanın tür çeşitliliğine etkisi olmamasına rağmenmiktarı arttırmıştır.	(Salamon ve ark., 2008)

Ağaçlandırmaların Toprak Eklembacaklılarının Miktar ve Çeşitliliği Üzerine Etkileri

Bir çok çalışma ağaçlandırmaların toprak eklembacaklı faunası üzerinde pozitif, nötr ve negatif etkileri olduğunu belirtmektedir(Wardle, 2002; Binkley ve Menyailo, 2005). Toprakaltı ekosisteme enerji girişi ölüörtü dökümü ile gerçekleşmektedir ve ölüörtünün kalitesi toprak faunasının komünite yapısını önemli derecede etkileyebilmektedir (Coleman ve ark., 2004). Bu yüzden ağaçlandırma için kullanılan bitki türünün ölüörtü kalitesi önem arz etmektedir. Elde edilen malalelerde ağaçlandırmaların mikroeklembacaklılar üzerine etkileri ile ilgili yirmi bir makaleden 9 tanesi negatif, 4 tanesi nötr ve 8 tanesi pozitif etki yaptığı belirlenmiştir.

Mikroeklembacaklıların miktar ve çeşitliliğine pozitif etki yapan çalışmalar içinde Von Kautz ve Topp (1998)geniş yapraklı türler ile yapılan ağaçlandırmaların miktarlarında artış olduğunu belirtirken Çakır ve Makineci (2017) sarıçam (*Pinussylvestris*) ağaçlandırmasının miktarlarını azaltmasına rağmen çeşitliliklerinde artışa neden olduğunu belirtmiştir. Diğer çalışma ise ağaçlandırma alanında yapılan müda-

halenin şiddetine göre mikroeklembacaklı miktarının değiştiğini kapalılığın fazla açılmaması gerektiğini belirtmiştir (Bird ve ark., 2004). Eklembacaklılar üzerine negatif etki yapan ağaçlandırmaların büyük kısmı geniş yapraklı ormanlarda ibreli türler ile yapılan ağaçlandırmalar (Deharveng, 1996; Robson ve ark., 2009; León-Gamboa ve ark., 2010; Cakir ve Makineci, 2013) iken pozitif etki yapanlar iseibreli ormanlarda, geniş yapraklılar ile yapılan plantasyonlardır(Adejuyigbe ve ark., 1999; Kattan ve ark., 2006; Jacob ve ark., 2009). Yapılan çalışmalar ibreli veya geniş yapraklılar ile yapılan ağaçlandırmaların, mikroeklembacaklı miktar ve çeşitliliğini eşit derecede (pozitif, nötr, negatif) etkilediğini göstermektedir.

Makroeklembacaklıların miktar ve çeşitliliğine ölüörtü kalitesinden çok ölüörtü miktarı etki etmektedir. Ölüörtü kalınlığı arttıkça makroeklembacaklılar için yeni nişler oluşmakta buda miktarlarını arttırabilmektedir (Cakir ve Makineci, 2013). Elde edilen makalelerin yaklaşık yarısında, ağaçlandırmaların makroeklembacaklı çeşitliliğini düşürdüğü görülmüştür (Huhta, 2002; Kattan ve ark., 2006; Cakir ve Makineci, 2013; Komonen ve ark., 2015). Doğal geniş yapraklı ormanlarda yapılan ibreli ağaçlandırması örümcek ve çıyan gibi avcı türlerin miktarında artışa neden olmuştur (Finch, 2005; Cakir ve Makineci, 2013). Doğal ibreli ormanlarda yapılan karışık ibreli ağaçlandırmalarında ise makroeklembacaklı miktar ve çeşitliliğinde değişikliğe rastlanılmamıştır (Salamon ve ark., 2008; Oxbrough ve ark., 2012). Ağaçlandrmaların makroeklembacaklı biyokütlesine etkisi üzerine yapılan çalışmalarda da net bir etki görülememiştir. Tsukamoto ve Sabang (2005) ve Salamon ve ark. (2008) ağaçlandırmanın makroeklembacaklı biyokütlesinde azalmaya neden olduğunu belirtirken Huhta (2002) ağaçlandırma ile doğal alan arasında istatistiksel bir fark bulamamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Uzun yıllar boyunca orman ekosistemlerinde yapılan çalışmalar hem odun üretimi hem de biyoçeşitliliğin korunması üzerine yapılmıştır. Bu amaç ile karışık ormanlar yapılarak odun üretimi ve odunsu türlerin çeşitliliğini arttırma yoluna gidilmiştir. Fakat son yıllarda sadece odunsu türlerin değil otsu türler ile birçok hayvanın da orman ekosisteminin önemli bileşenleri olduğu anlaşılmış ve bu doğrultuda planların yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Günümüzde ise odun dışı orman ürünlerinin önemi giderek artmakta ve bu amaç için Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planları yapılmış, odun üretimi ile birlikte biyoçeşitliliğin korunması sağlanmaya çalışılmıştır. Toprak faunası görüş alanımızın dışında toprak içerisinde yaşayan boyutları < 100 μm ile 1 m arasında olan canlılardır. Toprak altı ekosistemin biyoçeşitliliği topraküstü ekosisteme kıyasla çok fazla olmasına rağmen uzun yıllar boyunca görmezden gelinmiştir. Ekosistem süreçlerindeki rolleri öğrenildikçe önemleri ve anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada ağaçlandırmaların, orman ekosisteminde karbon döngüsü ve besin maddesi dinamikleri gibi süreçlerde önemli rolleri olan toprak faunasına olan etkileri üzerinde durulmuştur. Literatür çalışmasında son derece kısıtlı sayıda (74), ağaçlandırmaların toprak faunası üzerindeki etkisi ile ilgili makale bulunmuş ve sadece 21 tanesi değerlendirmeye alınabilmiştir. Araştırılan 21 makalede ağaçlandırmaların toprak faunasını %38 pozitif, % 19nötr ve %43 negatif etkilediği bulunmuştur. Elde edilen bilgiler ışığında ağaçlandırmaların toprak faunasının miktar ve çeşitliliğine olan etkisi hakkında kesin bir şey söylemek zordur. Toprak faunası üzerinde pozitif etki yapan ağaçlandırmaların büyük kısmını iğne yapraklı ormanlarda yapılan geniş yapraklı ağaçlandırma çalışmaları oluşturmaktadır. Negatif etki yapan ağaçlandırmaların büyük kısmını ise geniş yapraklı ormanlarda, iğne yapraklı türler ile yapılan ağaçlandırmalar oluşturmaktadır.

Çalışma sonunda üç önemli sonuca varılmıştır; birincisi geniş yapraklı türler ile yapılan ağaçlandırmalar veya küçük alanlarda yapılan cazibe merkezleri ile ölüörtü kalitesi ve besin madde çeşitliliği arttırılarak hem toprak faunasının miktar ve çeşitliliği hem de ayrışma hızlandırılarak toprak ekosistemine salınan bitki besin madde miktarı arttırılabilir. İkincisi tür seçiminde ağaç türlerinin toprak üzerindeki etkileri bilinmeli ve toprak şartlarını iyileştirici (toprak canlıları için özellikle pH) türler tercih edilmeli. Son olarak, genel görüşe göre toprak faunasının komünite yapısı tür çeşitliliğine kıyasla, besin döngüsünü ve ekosistem süreçlerini daha fazla etkilemektedir. Bu neden ile, ileride yapılacak çalışmalarda toprak canlılarının fonksiyonel rolleri dikkate alınarak araştırmalar yapılmalıdır.

Kaynaklar

Adejuyigbe, C., Tian, G., Adeoye, G., 1999. Soil microarthropod populations under natural and planted fallows in southwestern Nigeria. Agroforestry Systems 47, 263-272.

Bardgett, R.D., van der Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. Nature 515, 505-511.

Bezkorovaynaya, I., 2005. The formation of soil invertebrate communities in the Siberian afforestation experiment. Tree Species Effects on Soils: Implications for Global Change, 307-316.

Binkley, D., Menyailo, O., 2005. Tree species effects on soils: implications for global change. Springer.

Bird, S.B., Coulson, R.N., Fisher, R.F., 2004. Changes in soil and litter arthropod abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation. Forest Ecology and Management. 202, 195-208.

Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C.P., Sayer, J., 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? Biodiversity and Conservation 17, 925-951.

Butterfield, J., 1999. Changes in decomposition rates and Collembola densities during the forestry cycle in conifer plantations. Journal of Applied Ecology 36, 92-100.

Cakir, M., Makineci, E., 2013. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. Environmental monitoring and assessment 185, 8943-8955.

Cassagne, N., Bal-Serin, M.C., Gers, C., Gauquelin, T., 2004. Changes in humus properties and collembolan communities following the replanting of beech forests with spruce. Pedobiologia 48, 267-276.

Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. Fundamentals of soil ecology. Academic press, USA.

Çakır, M., Çakır, F., 2015. Ormancılık faaliyetlerinin ölüörtü ve toprak eklembacaklı faunasına etkisi. In, Üretim işlerinde hassas ormancılık sempozyumu, Ilgaz, pp. 116-123.

Çakır, M., Makineci, E., 2017. Community structure and seasonal variations of soil microarthropods during environmental changes. Applied Soil Ecology.

Deharveng, L., 1996. Soil Collembola diversity, endemism, and reforestation: a case study in the Pyrenees (France). Conservation Biology 10, 74-84.

Farská, J., Prejzková, K., Rusek, J., 2014. Management intensity affects traits of soil microarthropod community in montane spruce forest. Applied soil ecology 75, 71-79.

Filser, J., 2002. The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil: Proceedings of the Xth international Colloquium on Apterygota, České Budějovice 2000: Apterygota at the Beginning of the Third Millennium. Pedobiologia 46, 234-245.

Finch, O.-D., 2005. Evaluation of mature conifer plantations as secondary habitat for epigeic forest arthropods (Coleoptera: Carabidae; Araneae). Forest ecology and management 204, 23-36.

Hättenschwiler, S., Gasser, P., 2005. Soil animals alter plant litter diversity effects on decomposition. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102, 1519-1524.

Hijii, N., 1989. Arthropod communities in a Japanese cedar (Cryptomeria japonica D. Don) plantation: abundance, biomass and some properties. Ecological Research 4, 243-260.

Hodge, A., Stewart, J., Robinson, D., Griffiths, B., Fitter, A., 1998. Root proliferation, soil fauna and plant nitrogen capture from nutrient-rich patches in soil. The New Phytologist 139, 479-494.

Hooper, D.U., Bignell, D.E., Brown, V.K., Brussard, L., Mark Dangerfield, J., Wall, D.H., Wardle, D.A., Coleman, D.C., Giller, K.E., Lavelle, P., 2000. Interactions between aboveground and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: patterns, mechanisms, and feedbacks. BioScience 50, 1049-1061.

Höfer, H., Hanagarth, W., Garcia, M., Martius, C., Franklin, E., Römbke, J., Beck, L., 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. European Journal of Soil Biology 37, 229-235.

Huhta, V., 2002. Soil macroarthropod communities in planted birch stands in comparison with natural forests in central Finland. Applied Soil Ecology 20, 199-209.

Jacob, M., Weland, N., Platner, C., Schaefer, M., Leuschner, C., Thomas, F.M., 2009. Nutrient release from decomposing leaf litter of temperate deciduous forest trees along a gradient of increasing tree species diversity. Soil Biology and Biochemistry 41, 2122-2130.

Kattan, G.H., Correa, D., Escobar, F., Medina, C., 2006. Leaf□litter arthropods in restored forests in the Colombian Andes: a comparison between secondary forest and tree plantations. Restoration Ecology 14, 95-102.

Komonen, A., Övermark, E., Hytönen, J., Halme, P., 2015. Tree species influences diversity of ground-dwelling insects in afforested fields. Forest Ecology and Management 349, 12-19.

Lachat, T., Attignon, S., Djego, J., Goergen, G., Nagel, P., Sinsin, B., Peveling, R., 2006. Arthropod diversity in Lama forest reserve (South Benin), a mosaic of natural, degraded and plantation forests. Biodiversity and Conservation, 3-23.

Lang, C., Polle, A., 2011. Ectomycorrhizal fungal diversity, tree diversity and root nutrient relations in a mixed Central European forest. Tree physiology 31, 531-538.

León-Gamboa, A., Ramos, C., García, M., 2010. Effect of pine plantations on soil arthropods in a high Andean forest. Revista de biologia tropical 58, 1031-1048.

MacDicken, K., Jonsson, Ö., Piña, L., Maulo, S., Contessa, V., Adikari, Y., Garzuglia, M., Lindquist, E., Reams, G., D'Annunzio, R., 2016. Global forest resources assessment 2015: how are the world's forests changing?

Oxbrough, A., French, V., Irwin, S., Kelly, T.C., Smiddy, P., O'Halloran, J., 2012. Can mixed species stands enhance arthropod diversity in plantation forests? Forest ecology and management 270, 11-18.

Petersen, H., Luxton, M., 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos 39, 288-388.

Ponge, J.-F., 1999. Horizons and humus forms in beech forests of the Belgian Ardennes. Soil Science Society of America Journal 63, 1888-1901.

Robson, T.C., Baker, A.C., Murray, B.R., 2009. Differences in leaf□litter invertebrate assemblages between radiata pine plantations and neighbouring native eucalypt woodland. Austral Ecology 34, 368-376.

Salamon, J.-A., Zaitsev, A., Gärtner, S., Wolters, V., 2008. Soil macrofaunal response to forest conversion from pure coniferous stands into semi-natural montane forests. Applied soil ecology 40, 491-498.

Scheu, S., 2005. Linkages between tree diversity, soil fauna and ecosystem processes. In, Forest Diversity and Function. Springer, pp. 211-233.

Tsukamoto, J., Sabang, J., 2005. Soil macro-fauna in an Acacia mangium plantation in comparison to that in a primary mixed dipterocarp forest in the lowlands of Sarawak, Malaysia. Pedobiologia 49, 69-80.

Vanbergen, A.J., Watt, A.D., Mitchell, R., Truscott, A.-M., Palmer, S.C., Ivits, E., Eggleton, P., Jones, T.H., Sousa, J.P., 2007. Scale-specific correlations between habitat heterogeneity and soil fauna diversity along a landscape structure gradient. Oecologia 153, 713-725.

Von Kautz, G., Topp, W., 1998. Nachhaltige waldbauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenqualität. Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch 117, 23-43.

Wardle, D.A., 2002. Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components. Princeton University Press, Princeton.

Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., Van Der Putten, W.H., Wall, D.H., 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. Science 304, 1629-1633.

TÜRKİYE ODUN VE BİYOENERJİ ÜRETİM KAPASİTESİNİN ARTIRILMASINDA ENERJİ ORMANCILIĞININ ÖNEMİ

Nedim SARAÇOĞLU
Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı
nedsar@hotmail.com

ÖZET

1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizinden sonra, tüm dünyada yenilenebilir çevre dostu yeni enerji kaynaklarının araştırılması sonucu, en büyük kapasitenin enerji ormancılığı projeleri ile gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. İsveç ve Kanada'nın 1975 yılından itibaren önderlik ettiği ülkeler enerji ormancılığı uygulamaları ile kavak, söğüt, kızılağaç gibi hızlı büyüyen ağaç türleri ile elde ettikleri odunları (ortalama 20 ton/yıl.ha) biyokütle ısı ve güç santrallerinde yakarak elektrik ve ısı, odun peleti üretim tesislerinde ürettikleri odun peletleri ile (26 milyon ton-2016) evlerin ve mekanların ısıtılmasını, kömür santrallerinde ise kömür ile birlikte yakarak (co-firing) elektrik üretimini sağlamaktadırlar. The REmap 2030 analizine göre, 2030 yılında küresel yenilenebilir enerji kullanımının % 60'ı biyokütleden sağlanacak ve bütün son kullanım sektörlerine (end-use sectors) egemen olacaktır. ABD, Kanada ve AB ülkeleri 2050'li yıllarda ülke enerji gereksinimlerinin % 25-50'sini biyoenerji ile karşılayabilmek için toplam 160 milyon hektar alanı (Türkiye'nin iki katı !) enerji ormanları yetiştirmek için ayırmışlardır.

Geleneksel Türk ormancılığı yılda ortalama 2 m^3/ha.yıl = 1 ton/ha.yıl odun artımı ile Avrupa sıralamasında en alt sıralarda yer almaktadır. Türkiye farklı iklim özelliklerine ve enerji ormancılığına uygun hızlı büyüyen; kavak, söğüt, kızılağaç, okaliptüs, akasya gibi çok sayıda yapraklı ağaç türlerine sahip bir ülke olarak, modern enerji ormancılığı uygulamaları ile hektarda ortalama en az 20 ton/yıl odun üretebilme olanaklarına sahip şanslı bir ülkedir. Türkiye ormanlarının uygulanan geleneksel ormancılık ile ülke odun gereksinimini 1970'li yıllardan beri karşılayamadığı ve her yıl odun ve odun ürünleri ithalatı için milyarlarca dolarlık dış ödeme yapıldığı bilinmektedir. Türkiye'nin odun ve biyoenerji üretiminin artırılabilmesi için Enerji Ormancılığı Araştırma Merkezinin kurulması, hızlı büyüyen yapraklı ağaçların yüksek artım yapabilecek klonlarının üretilerek uygun orman ve tarım alanlarında enerji ormanlarının kurulması gerekmektedir.

***Anahtar Kelimeler**: Odun üretimi, odun peleti, biyokütle santralleri, enerji ormancılığı, biyoenerji*

THE IMPORTANCE OF ENERGY FORESTRY IN INCREASING THE WOOD AND BIOENERGY PRODUCTION CAPACITY IN TURKEY

Abstract

As a result of a search for renewable environmentally-friendly energy resources after the energy crisis that emerged in 1970s, it was seen that the largest capacity could be provided by energy forestry projects. Since 1975, countries led by Sweden and Canada use the wood they collect through such fast-growing trees as poplar, willow, alder (20 tons/year.ha) to generate electricity and heat by burning them in biomass heat and power plants; heat houses and other areas using the wood pellets they produce in the wood pellet production facilities (26 million ton-2016); and produce electricity by co-firing the wood pellets with coal in coal power plants. According the REmap 2030 analysis, 60% of the global renewable energy utilization will be provided from biomass by 2030 and it will dominate all end-use sectors. The USA, Canada and EU countries separated 160-million hectare area (twice the area of Turkey !) to grow energy forests to meet 25-50% of their country's energy requirement from biomass by 2050s.

Traditional Turkish forestry is one of the countries at the bottom of the list among Europe listing with 2 m^3/ha.year = 1 ton/ha.year wood increments annually. As a country with many leaved trees such as poplar, willow, alder, eucalyptus and acacia which can adopt to different climate conditions and which grow fast for energy forestry. Turkey is a prosperous country with the possibility to produce 20 ton/year wood per hectares on average using modern energy forestry practices. It is known that since 1970s Turkey's forests do not meet country's wood requirement using the traditional forestry and every year international payments costing billions of dollars are made for wood and wood products import. In order to increase wood and bioenergy production in Turkey, it is necessary to establish Energy Forestry Research Centre and to establish energy forests in convenient forest and agricultural lands by producing clones of fast growing leaved trees.

Keywords*: Wood production, wood pellet, biomass plants, energy forestry, bioenergy*

1.GİRİŞ

Ülkeler 1975 yılında petrol krizinden sonra birim alanda (ha) en fazla odunun üretilmesi, yongalanması ve biyokütle santrallerinde yakılarak elektrik ve ısıya, pelet tesislerinde ise odun peletine dönüştürülmesi için İsveç'in Enerji Ormancılığı Projesi (EFP) ve Kanada'nın Enerjinin Ormandan Üretilmesi Projesi (ENFOR) öncülüğünde Enerji Ormancılığı Araştırma Merkezleri kurmakta ve yetiştirdikleri genetik olarak üstün büyüme yeteneğindeki ağaç klonları ile enerji ormanları kurmaktadırlar.

Söğüt, kavak, okaliptüs, kızılağaç vd. hızlı büyüyen yapraklı ağaç türleri ile dünya genelinde uygulanan Modern Enerji Ormancılığı Projeleri ile 10-80 ton/ha.yıl odun, enerji bitkileri (Miscanthus) ile 2-50 ton/yıl.ha ve tatlı sorgum (tatlı darı) ile 50-70 ton/yıl.ha biyokütle üretilebilmektedir. Türkiye'de Orman Genel Müdürlüğü tarafından 1978-2009 yılları arasında bozuk meşe baltalıklarında uygulanan Klasik Enerji Ormancılığı Projesi ile 620.000 ha meşe enerji ormanı tesis edilmiş ve yılda ortalama 1 ton/ha.yıl odun üretimi gerçekleştirilmiştir (Saraçoğlu, 2010).

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'na üye ülkeler 2050'li yıllarda enerji gereksinimlerinin % 25-50'sini biyoenerji ile karşılayacaklardır. Bu amaçla; ABD 100 milyon ha, Kanada 40 milyon ha ve AB ülkeleri 20 milyon ha alanı (toplam 160 milyon ha = Türkiye alanının iki katından fazla !) enerji ormanları ve enerji bitkileri yetiştirmek için ayırmışlardır. Türkiye'nin de hem ülke odun üretimini hem de biyoenerji üretimini artırabilmesi için, en kısa zamanda Enerji Ormancılığı Araştırma Merkezlerini kurması, hızlı büyüyen yapraklı ağaç türleri ile modern enerji ormancılığını başlatması ve ülke genelinde uygulayarak her yıl milyonlarca ton ek odun üretimini sağlaması gerekmektedir. (Saraçoğlu, 1991, 2007, 2010, 2015).

2. ODUN VE BİYOENERJİ ÜRETİM KAPASİTESİNİN ARTIRILMASINDA BİYOKÜTLENİN ÖNEMİ

Enerji alanında çalışan ekonomist ve diğer gözlemcilere göre dünyamızda yakın gelecekte petrol konusunda kıtlık olacaktır. Yenilenemeyen bu fosil yakıtın tükenmesi, yeni enerji kaynaklarının bulunmasını gerektirmektedir. Bir kaynak seçeneği olarak orman ekosistemi içerisinde yaşayan organizmaların kütle (ağırlık) miktarını belirten orman biyokütlesi önem kazanmaktadır. Biyokütle güneş enerjisinin bitkisel madde biçimine değişimidir. Biyokütle ile belirli bir zaman, alan ya da hacım ölçüsünde toprak üstü ve altındaki yaşayan hayvansal ve bitkisel maddelerin miktarı anlaşılır (Pellinen, 1984). Ormancılık biyokütle araştırmaları özellikle ağaçlarla sınırlıdır.

Biyokütle yakıtlardan elde edilen enerji, biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Genel anlamda biyoyakıt yani biyokütle enerjisi; doğada yaygın

olarak mevcut tarımsal kökenli ürünlerden değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üretilen, ticari özelliğe sahip, temel ve belirli özellikleri standartlaştırılmış olan katı, sıvı ve gaz haldeki bitkisel enerji kaynaklarıdır. Biyokütle; biyolojik kökenli, fosil olmayan organik madde kütlesidir. Diğer bir ifade ile, ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisinin fotosentez yardımıyla depolandığı bitkisel organizmalar olarak adlandırılmaktadır.

Bitkiler güneş enerjisini kullanarak fotosentez yolu ile atmosferden topladıkları karbondioksiti kullanarak büyümektedirler. Biyokütlenin enerji kaynağı olarak kullanılmasının atmosferdeki karbondioksit oranlarında net bir artışa neden olmayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla fosil yakıtlar yerine biyoyakıtların kullanılması atmosferdeki karbondioksit oranlarının kabul edilebilir seviyelere dönmesine de katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Ayrıca, Biyoyakıtlar fosil kaynaklar kadar sülfür içermediğinden asit yağmurlarının azaltılmasına katkı sağlayabilecekleri umulmakta, atmosferdeki karbondioksit oranlarında net bir artışa neden olmamaktadır. Biyokütlenin büyük bir kısmı organik atıklardan ve orman ara ürünlerinden karşılanabildiğinden doğal hayata da asgari düzeyde olumsuz etki olarak yansımaktadır. Biyoetanol üretimi için gerekli olan selüloz insanlar için besin kaynağı olmaması nedeni ile yeni tarım alanları gerekmemektedir. Biyokütle enerji kaynaklarının genel olarak üç temel kaynaktan beslendiği görülmektedir. (1) tarımsal kökenli (bitkisel, hayvansal ve su), (2) orman kökenli ve (3) kentsel ve endüstriyel kökenli şeklinde gruplandırılabilir.

Biyokütle enerjisinin önemli bir kaynağını oluşturan ormanlar, fotosentez ile güneş enerjisinin toplandığı ve depolandığı ortamlardır. Dünya üzerinde yer alan biyokütlenin yaklaşık % 90'ı ormanlarda bulunmakta ve dünya ormanların yıllık net biyolojik üretimi yaklaşık $50X10^{19}$ ton olarak tahmin edilmektedir. Canlı yaşamı için gerekli bir süreç olarak, bitkilerin güneş ışığını yararlı formlara dönüştürdüğü fotosentez işlemi, belki de dünyadaki en önemli doğal etkinliklerden birini oluşturmaktadır. Bu nedenle, özellikle ormancılık, yenilenebilir enerji çeşitleri içerisinde önemli bir yer almaktadır. Güneşin fiziksel enerjisi organik maddeler içerisinde kimyasal gıda enerjisine dönüştürülmektedir. Bu işlev, özel bir sentez ile gerçekleşmekte ve yalnızca yeşil bitkiler tarafından yapılmaktadır. Orman ürünlerinden elde edilen biyokütle kaynağının temelini fotosentez döngüsü oluşturmaktadır (Saraçoğlu, 2008).

Yurdumuzda biyokütlenin enerji kaynağı olarak yıllık tüketimi yaklaşık 8 MTEP (milyon ton petrol eşdeğeri) olup bu tüketimin % 70'i kaçak odun kesimine dayanmaktadır. Bu durumun önlenmesi C-4 tipi enerji bitkilerinin ekimine hız verilmesini gerektirmektedir. Özellikle tatlı darı (Sweet sorghum) çeşitli iklim

koşullarında yetiştirilebilmesi (Güney, Güney Doğu, Doğu ve İç Anadolu kurak bölgeleri), özel toprak isteğinin bulunmaması ve 4000-4200 Kcal/kg kalorifik değere sahip olması bakımından yurdumuz açısından ümit veren bir enerji bitkisidir. Türkiye'nin 25 milyon hektar ekilebilir tarım alanının sadece 1/5'ne tatlı sorgumun ekilmesiyle elde edilebilecek enerji miktarı yaklaşık 80 MTEP olarak Türkiye'nin enerji tüketiminden fazladır (Türe, 2008). C4 tipi yıllık bir enerji bitkisi olan tatlı sorgumun atmosferik karbondioksiti yetişmesi sırasında yüksek verimle kullanması, yetiştirilmesi için çok verimli toprak ve aşırı miktarda gübreye gerek olmaması ve tarımının kolay yapılabilmesi gibi birçok avantajı vardır. Alt ısıl değeri ortalama 3700 Kcal/kg, üretiminde yaş ağırlık verimi 21-100 ton/ha ve kuru madde verimi 7-24 ton/ha arasında değişebilmektedir (Erdallı, Uzun, 2002).

Dünya atmosferindeki karbondioksit yoğunluğu sanayileşme devrimi öncesinde yalnızca 280 ppm(atmosferdeki milyon parçacık içindeki karbondioksit yoğunluğu) seviyesindeydi ve son 800.000 yıldır 300 ppm seviyesini aşmamıştı. ABD merkezli Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) tarafından açıklanan verilere göre bu oran 2016'ın ilk haftasında 402,07 ppm olarak ölçüldü. Bu değerin 350 ppm'i aşması iklim değişikliği açısından güvenilir sınırın aşıldığı anlamına geliyor (Yeşil Ekonomi, 2016). Son 150 yıl içinde atmosferde biriken karbondioksitin 2/3'ünün fosil yakıt tüketiminden, 1/3'ünün de arazi kullanımı değişimi ve ormansızlaşmadan kaynaklandığı saptanmıştır. İklim değişikliği, hava kirliliği gibi artan çevre sorunlarından dolayı, tüm dünyada atmosfere daha az CO_2 salan, fosil kaynaklara alternatif, çevreyi daha az kirleten, yenilenebilir enerji kaynakları aranmaktadır. Oduna dayalı enerji ormancılığı, terk edilmiş tarım arazilerinde ve uygun potansiyel alanlarda etkili bir arazi kullanım yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır.

Biyokütle enerjisinin altında, iklim değişikliğine karşı etkili olabilen yenilenebilir enerji olması yanında, toprağı erozyondan koruyan, ıslah eden, çölleşmeyi engelleyen, çorak ve tarım dışı kalmış arazilerin değerlendirilmesini sağlayarak işgücü yaratan, kırsal eğitim düzeyinin yükselmesini teşvik eden birçok özellikler yatıyor. Eğer bu nedenlerle dünya enerji tarımı, ormancılığı ve agroforestrisi(tarım-ormancılık) ile biyokütle enerjisi üzerinde dururken Türkiye'de fazla bir şey yapılmıyorsa, Türkiye'de iklim değişikliği zararı, erozyon, kuraklaşma, çoraklaşma ve çölleşme, kırsal işsizlik ve fakirlik ile enerji bağımlılığı sorunlarının hiçbiri yok demektir! (Kadıoğlu, 2004,2005).

Doğal orman ve ağaçlandırma sahalarından elde edilecek biyokütle, ormancılık için yeni fırsatlar yaratırken, yöre halkına ek gelir ve iş olanakları sağlayacak, orman üzerindeki baskıyı azaltarak kırsal kalkınmaya katkı sunacaktır. Biyokütle çalışmaları, ayrıca orman yangınları açısından büyük risk oluşturan, ormanda bırakılan üretim artıklarının değerlendirilerek hem ekonomiye kazandırılmasını sağlayacak hem de orman korumada tamamlayıcı bir rol oynayacaktır (OGM, 2009).

3. DÜNYADA BİYOKÜTLE VE BİYOENERJİ ÜRETİMİ

Avrupa Komisyonu Avrupa'nın enerji güvenliğini sağlamak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için Mart 2017'de aşağıdaki hedefleri onayladı:

- 2020 yılına kadar sera gazı salınımları (1990 seviyesine göre) en az % 20 azaltılacaktır,
- 2020 yılına kadar enerji verimliliği % 20 artırılarak enerji kullanımı % 20 azaltılacaktır,
- 2020 yılına kadar yenilenebilir enerjinin toplam enerjideki payı % 20'ye çıkarılacaktır,
- 2020 yılına kadar ulaşımda kullanılan biyoyakıtların oranı % 10'a yükseltilecektir.

Avrupa Birliği 2020 yılında üç % 20 hedefine ulaştığında yeşil enerji üzerinde çalışan 2,8 milyon kişi olacaktır. Ayrıca, AB'nin milli gelirler ortalamasının % 1 artacağı, elektrik fiyatlarının % 7 oranında düşeceği ve doğal gaz ithalatının % 16 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Ülkeler bazında düşünüldüğünde yeşil enerji üzerine 1,4 milyon kişi çalıştıran Almanya'nın en karlı ülke olacağı düşünülmektedir. Karlı çıkacak diğer ülkeler ise orman ve çiftçilikten elde edile atıkları biyoyakıt yapımında kullanan ülkeler olan Finlandiya, İsveç ve Letonya olacaktır (Biçer, 2009).

AB-27 ülkelerinde 2009 yılında biyokütleden üretilen elektrik miktarı 121 TWh olarak gerçekleşmiştir. Almanya 34260 GWh biyoelektrik üretimi ile lider ülke olurken, onu İsveç ve Birleşik Krallık 12074 ve 11512 GWh ile izlemiştir. Bu üç ülke AB-27 ülkelerinin toplam biyoelektrik üretiminin % 48'ini gerçekleştirmiştir. AB-27 ülkelerinde 2009 yılında biyokütleden üretilen ısı miktarı ise 9,2 Mtoe (milyon ton petrol eşdeğeri) olmuştur. İsveç 2,7 Mtoe eşdeğeri biyoısı üretimi ile lider ülke olurken, onu 1,23 – 0,98 ve 0,9 Mtoe ile Finlandiya, Danimarka ve Almanya izlemiştir. Bu dört ülke AB-27 ülkelerinin toplam biyoısı üretiminin % 75'ini gerçekleştirmişlerdir (Jaeger-Waldau, 2011). Küresel biyoelektrik, biyoısı ve biyoyakıt üretimin 2014 yılındaki değerleri ise; biyoelektrik üretimi 93 GW, modern biyoısı üretimi 305 GW, etanol üretimi 94 milyar litre, biyodizel üretimi 30 milyar litre ve bitkisel yağ üretimi ise 4 milyar litre olmuştur. ABD 54,3 milyar litre etanol ve 4,7 milyar litre biyodizel üretimi, Hollanda ise 1,7 milyar litre bitkisel yağ üretimi ile dünya lideri olmuşlardır (REN21, 2016).

The REmap 2030 (IRENA, 2014) raporuna göre; 2030 yılında dünya genelinde 26 REmap ülkesinde ek yenilenebilir teknoloji seçeneklerinin yerine getirilmesi durumunda, biyokütle tek en önemli yenilenebilir kaynak olabilecektir. Biyokütle böylece küresel yenilenebilir enerji kullanımının % 60'ını sağlayacak ve bütün son-kullanım sektörlerine (end-use sectors) egemen olabilecektir. Biyokütle

2010 yılında % 10 olan küresel birincil enerji arzını ikiye katlayarak % 20 oranına ulaşmıştır. 2010 yılında Afrika ve Asya'nın gelişmekte olan ülkeleri küresel biyokütle kullanımının dörtte birlik bölümlerini oluşturmuş, Çin ise dünya altıncı sırasında yer almıştır (IEA, 2013).

Gelişmekte olan ülkeler biyokütleyi genellikle pişirmede, endüstriyel uygulamalarda ve elektrik üretiminde kullanmaktadırlar. Ekonomik İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD)'nin endüstri ülkeleri ise 2010 yılında küresel biyokütle tüketiminin beşte birini kullanarak genellikle ısınma ve verimli kazanlarda ve birleşik ısı ve güç santrallerinde (combined heat and power – CHP plants) elektrik enerjisi üretmede kullanmışlardır. Biyokütlenin modern ve endüstriyel kullanımına olan eğilim hızla artmaktadır. REmap 2030 raporu dünya genelinde biyokütle kullanımının 2010 ile 2030 yılları arasında her yıl % 3,7 oranında büyüyebileceğini gösteriyor. Bu miktar 1990 ile 2010 yılları arasındaki artışın iki katı kadardır (IEA, 2013). Küresel biyokütle gereksinimi 2010 yılında 53 exajoul'den (1 EJ=10^{18} Joule), (1 Joule: 0,24 milimetre suyun 1^0 C ısıtılması için gerekli enerji miktarı) 2030 yılında 108 EJ'a iki kat artış gösterecektir. Biyokütle kullanımının artan önem dikkate alındığında, onun küresel, bölgesel ve ülke seviyesinde kısadan uzun döneme doğru potansiyel miktarının belirlenmesinde; arazi kullanımı, su ve kaynak potansiyeli, nüfus seviyelerindeki değişiklikler ile ekonomik büyüme faktörleri dikkate alınmaktadır. Küresel biyokütle gereksinimindeki artışın REmap2030'daki uygulamaya göre 2010-2030 yılları arasındaki durumu Tablo 1'de açıklanmıştır (IRENA, 2014).

Tablo 1. Küresel Biyokütle Gereksinimindeki Artış (REmap 2030, 2010-2030)

	2010 (EJ/yıl)	2030 (EJ/yıl)	Artış (%/ yıl)	Artış (EJ/yıl)
Binalar, geleneksel	27	12	-4,1	-0,8
Binalar, modern	8	13	2,6	0,3
İmalat endüstrisi	8	21	4,9	0,7
Nakliye için sıvı yakıtların üretimi	5	31	9,7	1,3
Elektrik ve bölgesel ısı üretimi	5	31	10,0	1,3
Toplam	53	108	3,7	2,8

Kaynak: IRENA, 2014

Biyokütle kullanımı değişecektir. 2010'da biyokütle kullanımının yaklaşık dörtte üçü binalarda (konut ve ticari bina sektörleri) geleneksel uygulamalarda odun yakılan ateşlerde ve pişirme sobalarında kullanılmıştır. 2030 yılında ise geleneksel kullanım azalacak, biyokütlenin beşte birinden azı binalarda kullanılabilecektir. Biyokütleden elektrik üretimi genellikle bölge ısıtma sistemi ile birlikte gerçekleştirilmektedir ve 2010 yılına kıyasla yıllık % 10 artışla 2030 yılındaki biyokütle kullanımının yaklaşık üçte birini oluşturacaktır. Ulaşım (nakliye) için sıvı biyoyakıt üretiminde biyokütle kullanımı % 28 oranı ile 2010 yılındaki payının üç katına çıkacaktır. Endüstri ve binalardaki pişirme ve ısınma için toplam biyokütle gereksinimi 2010 yılındaki nakliye ve elektrik sektörü ile geleneksel kullanımlarla 2010 yılındaki % 80'lik oranına göre 2030 yılında % 40'a azalacaktır. Son yıllarda tamamlanan çalışmalar da 2030 yılında küresel yenilenebilir enerji gereksiniminde biyokütlenin payını benzer tahminlerle açıklamaktadır (IPCC, 2011). Bu nedenle, *biyokütle iklim değişimini yavaşlatmada tek en önemli kaynak olacaktır* (EUWID, 2014; Saraçoğlu, 2017).

REmap 2030 raporu, dünya genelinde modern yenilenebilir enerji kullanımının bugün ve 2020 yılı arasında en az % 50 ve 2010-2030 periyodunda ise bütün bölgelerde yaklaşık dört kat artışın sağlanabileceğini ve böylece küresel yenilenebilir enerjinin katılım oranının iki katına çıkabileceğini açıklamaktadır(Tablo 2)(IRENA, 2014).

Tablo 2. REmap 2030'a Göre Küresel Biyokütle Enerji Kullanımı

Teknoloji Göstergeleri	Birimler	2000	2012	REmap 2030	REmap 2030
Biyokütle elektrik	GW_e	35	83	139	390
Biyokütle geleneksel	EJ/yıl	28	27	20	12
Biyokütle, pişirme için geliştirilmiş	EJ/yıl		1	4	4
Biyokütle ısısı, kojenerasyon ile	EJ/yıl	1	3	4	14
Biyokütle peletleri, ısı için	EJ/yıl	0,1	1	2	3
Biyokütle yongaları, binaların ısıtılması	EJ/yıl		5	5	6
Biyokütle kazanları endüstrisi, biyogaz dahil	EJ/yıl	4	4	5	7
Biyoyakıtlar, nakliye için	milyar litre/yıl	18	105	214	650
Biyokütle kullanımı, toplam	EJ/yıl	43	51	61	108

Kaynak: IRENA, 2014

4. TÜRKİYE'NİN BİYOKÜTLE VE BİYOENERJİ ÜRETİM POTANSİYELİ

Türkiye'nin toplam yıllık biyokütle potansiyeli yaklaşık 117 milyon ton ya da biyoenerji potansiyeli yaklaşık 17 milyon ton petrol eşdeğeridir (MTEP)(Tablo 3)(Demirtaş, 2004; Saraçoğlu, 2010). Bunlar; kuru tarım atıkları 4.500, yaş tarım atıkları 0.250, ormancılık ve odun endüstrisi artıkları 4.300, yakacak odun 4.300, şehir ve insan atıkları ise 1.300 MTEP (milyon ton petrol eşdeğeri)'tir (Kaygusuz, 2001). Türkiye'de biyoyakıt potansiyelinin (117 milyon ton/yıl) nerede ise tamamı atıl durumdadır. Türkiye'de 353,3 MW kapasiteli 69 santralde yılda 1,6 milyar kWh elektrik üretilmektedir (TEİAŞ, 2016).

Tablo 3. Türkiye'nin Yıllık Biyokütle Potansiyeli (2001 yılı için)

Biyokütle	Yıllık Üretim (milyon ton)	Enerji Değeri (MTEP)
Yıllık bitkiler	55	14,9
Çok yıllık bitkiler	16	4,1
Orman artıkları	18	5,4
Tarım endüstrisi artıkları	10	3,0
Odun endüstrisi artıkları	6	1,8
Hayvan atıkları	7	1,5
Diğer	5	1,3
Toplam	117	32,0

Kaynak: Demirtaş, 2004

5. MODERN ENERJİ ORMANCILIĞI

Modern enerji ormancılığı projelerini 1975 yılından itibaren İsveç'in öncülüğünde büyük bir başarıyla uygulayan ülkelerde, birim alandan en kısa zamanda en fazla odun üretiminin sağlanabilmesi için makinalı modern yöntemler uygulanmaktadır. Toprak işlenmekte, toprak analizleri sonucunda toprak gübrelenmekte, diri örtü temizliği yapılmakta, gerekirse toprak sulanmakta, genetik olarak yetiştirilmiş üstün büyüme ve artım niteliğindeki çelik ve fidanlar makina ile dikilmekte, 3-5 yıllık idare süreleri sonunda keser-yongalar makinalar ile hasat yapılarak hektarda 30-60 ton kuru ağırlıkta odun ürünü elde edilmektedir. Odun yongalarının biyokütle birleşik ısı ve güç santrallerinde yakılması sonucu elektrik ve ısı enerjisi üretilmektedir.

İsveç Enerji Ormancılığı Projesi 1975 yılında İsveç Üniversitesi Orman Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Gustav SİREN'in İsveç Kralı ve Başbakanı'na

önerisi ve Uppsala şehrinde dünyada ilk kez kurulan Enerji Ormancılığı Araştırma Enstitüsü ile dünya gündemine girmiştir. İsveç'te petrol borcu konusunda önemli ekonomik sorunların ortaya çıkması, hükümetin 1975 yılında R+D Enerji Programı'nı yürürlüğe koymasına neden olmuştur. Kısa idare süreli ormancılığın bir enerji kaynağı olarak uygulanması için 1976 yılında Enerji Ormancılığı Projesi (Energy Forestry Project – EFP)'nin parasal olarak desteklenmesine karar verilmiştir.

Kanada ve İsveç ülkelerinin petrol nedeniyle dışa bağımlılıklarını azaltabilmek için dünyada enerji ormancılığı konusunda uygulanan en büyük iki projeyi yürütmektedirler. Kanada 1976 yılında başlattığı Ormandan Enerji Üretimi (ENergy from FORest – ENFOR) Projesi ile orta ve uzun dönem sonunda enerji ormancılığının ülkenin birincil enerji kaynağı olmasını amaçlamıştır. 2050'li yıllarda enerji gereksiniminin % 25-50'sinin enerji ormanlarından sağlanması için 40 milyon hektar alan ayrılmıştır.

İsveç'te söğüt, kavak, kızılağaç ve huş ağaç türlerinin genetik olarak geliştirilmiş 2500 klonundan şiddetli başlangıç ya da temel arazi testlerini geçen 9-10 klon enerji ormancılığına uygun 16.000 ha orman alanları ve kullanılmayan tarım alanlarında tesis edilmiştir. Hektarda ortalama 18.000 çeliğin kullanıldığı enerji ormanı plantasyonları 3-4-5 yıllık idare süreleri ile işletilmekte, her plantasyonda ortalama altı hasat dönemi sonucu, dönüş süresi yaklaşık 25 yıl olmaktadır. Güney ve Orta İsveç'te verimlilik 10-12 ton/yıl.ha kuru ağırlık (enerji içeriği 4-5 m^3 petrole eşdeğerdir) ölçüsünde olup enerji verimi 15-18:1 oranındadır. Bunun anlamı; her birim enerji girdisine karşılık 15-18 birim enerji üretilmesidir. Hektarda yılda 8 ton ve daha fazla kuru ağırlığın üretildiği plantasyonlarda pozitif ekonomik dönüşüm sağlanmaktadır. İsveç'in enerji gereksinimin yaklaşık % 23'ü orman ve tarım ürünlerinden sağlanmaktadır (Christersson, 1999, Saraçoğlu, 1991, 2010, 2017).

6. MODERN ENERJİ ORMANCILIĞI ÜRETİM SİSTEMİ

Enerji ormancılığı sistemi; dikimden başlayıp enerji elde edilene kadar bir dizi süreçlerden geçilerek uygulanmaktadır. İsveç enerji ormancılığı üretim sisteminin süreçleri özetle şu şekilde tanımlanabilir (Sennerby-Forsse, 1986, Saraçoğlu, 2010).

6.1. Enerji Ormanı Plantasyonu Kurulurken Arazide Yapılan Çalışmalar

Başarılı bir enerji ormanı kurmak için geleneksel olarak tarım yapılan alanların da bazı ön koşulları yerine getirmesi gerekmektedir. Üst toprak köklenmeyi sağlayıp besin maddelerinin alınabilmesi için nemli veya ıslak olmalıdır. Yeterli suyun bitkiye sağlanması bakımından taban suyunun 1-1,5 m yükseklikte olması yeterli olmaktadır. Kumlu-killi topraklar ve organik topraklar enerji ormancılığında

yüksek hasılatlar vermektedir. Yüksek hasılat elde edebilmek için kökler tüm toprak kitlesini sarabilmeli ve derin toprak tabakalarına doğru gelişebilmelidir. Toprakta sürekli olarak bitki için gerekli olan su, mineral besin maddeleri ve hava bulunmalıdır. pH 5,5 – 6,5 olmalıdır. Ancak pH'daki az bir yüksekliğin oluşturacağı etkiler uygun klonları (klon: bir ana bitkiden vejetatif yolla elde edilen bir grup bitki. Böyle bitkiler aynı genetik yapıya sahiptirler) seçmek suretiyle giderilebilmektedir. Enerji ormancılığı için seçilen alanın makina operatörüne uzun şeritler şeklinde kesintisiz olarak makinayı kullanmasına olanak sağlaması gerekmektedir. Böylece dikim ve hasat işlemlerinde makinalı çalışma olanağı sağlanmaktadır.

Bir alan enerji ormanı plantasyonu için seçilmiş ve toprak özellikleri bilinmiyorsa analizi yapılmalıdır. Bunun için alanda bir doğru boyunca üst topraktan yaklaşık 20 örnek alınması ve laboratuvara götürülmeden önce karıştırılması gerekmektedir. Laboratuvarda bu toprak örneklerinin toprak türü, pH, karbonat miktarı, fosfor (P) ve potasyum (K) içeriğinin belirlenmesi gerekmektedir. Laboratuvarda yapılan bu analizlerden başka her alan üzerinde en az bir çukur açılarak 60-100 cm arası toprağın önemli özellikleri (eski ürün kök varlığı, toprak strüktürü, toprak kurtları, eğer varsa taban suyu seviyesi) saptanmalıdır.

Enerji plantasyonu kurulacak yetişme ortamı dikimden önceki yıl içerisinde mekanik ve kimyasal uygulamalarla hazırlanmalıdır. Genç meşcerelerde büyümeye bırakılan ağaçlar ile yarışımda bulunabilecek tüm çalılıklar, otlar ve diri örtünün alandan uzaklaştırılması gerekmektedir. Eğer yetişme ortamının ilk hazırlanması aşamasında yoğun toprak işlemesi yapılırsa, sonradan yapılacak diri örtü vd. mücadelenin gerekliliği büyük oranda azalmaktadır. Bu nedenle ilk toprak işlemesinin riper pulluklarla derin olarak yapılmasında büyük yarar vardır.

Alanda bulunan çok yıllık otlar ve diğer diri örtüye karşı Roundup (Glyphosate) kullanılmalıdır. Bu herbisit otların kuvvetli olarak büyüdüğü yaz aylarında otlar tohum bağlamadan alana verilmelidir. Herbisit dozu alandaki vejetasyonun yoğunluğuna bağlı olarak 4-6 lt/ha arasında değişmektedir. Bu herbisit yapraklara yapışmakta sonra köklere taşınarak tüm bitkiyi öldürmektedir. Glyphosate karbondioksit ve su gibi kısa süre sonunda zararsız miktarda kalacak şekilde ayrışmaktadır. Ancak püskürtmeden sonra ölü vejetasyon alandan uzaklaştırılmalı ya da diskaro ile toprağa karıştırılmalıdır.

Toprak üzerindeki yabancı otlar temizlendikten sonra, toprak analizi sonucuna göre gerek duyulursa kireç ve PK gübreleri toprağa atılır. Daha sonra gübrenin işleme tabakasına karışmasını sağlamak için toprak pulluk ile işlenir. Toprağın karıştırılması durumunda mineral topraklarda kireç, fosfor ve potasyum toprak tanecikleri tarafından tutulur ve yıkanma sonucu bunların topraktan uzaklaşması engellenir. Organik topraklarda ise P ve K oldukça fazla yıkanma kaybına uğramakta, kireç ise çok yavaş hareket etmektedir.

Pullukla işlenmiş olan toprakta dikim yapmadan önce diskaro ile sonbaharda ya da toprağın uygun olması durumunda ilkbaharda dikim yastıkları oluşturulmaktadır. Makina kullanılarak yapılan diskarolamada toprak sertleşmesini en aza indirmek için az şişirilmiş ikiz tekerlekli traktörler kullanılmalıdır. Dikim yastıklarında suyun en fazla miktarda tutulabilmesi için dikim yastıklarının hazırlanmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca dikim yapılmadan önce toprak yüzeyinin düzeltilmesi önem taşımaktadır.

Dikim materyali olarak 25 cm uzunluğundaki köksüz söğüt çelikleri kullanılmaktadır. Dikim işlemi iş yoğunluğu fazla olan bir işlem olduğundan zamanın iyi ayarlanarak dikimin zamanında yetiştirilmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle dikim zamanı dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Dikim ilkbaharda mümkün olduğu kadar erken, iyi hazırlanmış dikim yastıkları üzerinde uzun birbirine paralel sıralar şeklinde yapılır. Dikim genellikle toprakta donun çözülmesinden sonra Nisan ayı başlarında yapılmaktadır. Dikim sıklığı söğüt için yaklaşık olarak 20.000 çelik/ha olmalıdır.

Dikim çift sıralı ya da tek sıralı olarak yapılabilmektedir. Eğer dikim yöntemine uygun yapılmış ve bakımı sağlanmışsa başarılı dikimlerde ortalama olarak % 85'lik yaşama yüzdesi ve birinci yıl ortalama olarak 1,25 m boy büyümesi olmaktadır. Çeliklerin alana dikilmesi elle ya da makina ile yapılabilmektedir. Elle dikim zor ve çok zaman alıcı olup 1 kişi 1 ha alana 20.000 çeliği 7 günde dikebilmektedir. Makinalı dikimde ise 2, 4, 6 sıra dikim yapabilen makinalar kullanılmaktadır. Arazinin eğimine göre kullanılan makinanın büyüklüğü de değişmektedir. 6 sıra dikim yapabilen makina ile 8 saatte 1,5 – 2 ha alanda çelikler dikilebilmektedir. Çeliklerin dikiminden sonra gelişme göstermeyen çeliklerin yan tarafına soğuk hava deposundan alınan ve suda 3 gün bekletilen yeni çelikler elle dikilmelidir.

6.2. Gübreleme

Gübreleme kapsamında, yabancı otlar kontrol altına alındıktan sonra alanda gübreleme yapılmalıdır. Gübreleme temmuz ayının 1. ve 3. haftası arasında yapılmalıdır. Dikim yılında toprak koşulları iyi olsa bile sonraki yıllara göre yavaş bir büyüme olmaktadır. Dikim yılında azotlu gübrelerle söğüt ve kavak enerji plantasyonlarına bir kez uygulamanın yapılması yeterli olmaktadır. Çünkü dikim yılında çelikler depo ettikleri besin kaynaklarını kullanmakta olup kökleri gelişmemiştir. Bu nedenle gerçek büyüme ancak bir sonraki vejetasyon döneminde görülebilmektedir. Mineral topraklarda küçük dozlarda azot gübrelemesi yeterli olurken bu oran humuslu topraklarda yararlı olmamaktadır. Hektara 60 kg'dan fazla azot söğüt ve toprak organizmaları tarafından kullanılmamakta ve gübre boşa gitmektedir. Dikimden önce iyi toprak işlemesi yapılması durumunda toprakta yeterli

P ve K zaten bulunmakta olup bunların gübre olarak verilmesi gereksizdir. Dikim yılında 30-60 kg/ha azot gübrelemesi yararlı etki yapmaktadır.

İlkbaharda toprak traktörü taşıyabilir duruma gelir gelmez ilk gübreleme yapılmaktadır. NPK gübreleri bu konuda kullanılan gübrelerin başında gelmektedir. Bu gübre 60 kg N, 30 kg P ve 80 kg K olacak şekilde standart dozda kullanılmaktadır. İkinci gübre uygulamasında sadece 20-60 kg/N/ha dozda gübre temmuz ayında toprağa atılmaktadır. İlk yıllardan sonraki üretim yıllarında da gübreleme önemini korumaktadır. İlk uygulamada 20-80 kg/N/ha azotlu gübre mineral topraklarda kullanılmalıdır. P, K gübreleri ilkbaharda önceki yıllarda olduğu gibi uygulanmalıdır. Örneğin, alana 30 kg/P/ha ve 80 kg/K/ha gübre verilebilmektedir. Plantasyon içine traktör ile girilip gübreleme yapılamayacak kadar boylandığında yüksek ve üstten gübreleme yapılmasını sağlayan donanımlar kullanılmaktadır. Geniş plantasyonlarda ise uçakla gübreleme yapılabilmektedir.

6.3. Enerji Ormanı Plantasyonlarında Hasat

Söğüt sürgünleri 3-5 yıl sonra hasat edilebilmektedir. Bu süre sonunda plantasyon 5-7 m boya ve 3-5 cm göğüs yüksekliği çapına ulaşmaktadır. Rotasyon süresi uygulanan toprak işleme yoğunluğuna ve kullanılan bitki materyaline göre değişiklik göstermektedir. Uzun rotasyon süresinde, kısa rotasyona göre daha iyi odun kalitesine sahip ve daha kalın sürgünler elde edilmektedir. Optimal rotasyon süresi üretim oranına göre değişmektedir. 3-5 yıl en ekonomik rotasyon süresi olarak belirlenmiştir. Her zaman yeni kurulmuş genç kuşak yavaş büyüyen yaşlı kuşağa göre daha ekonomik üretim sağlamaktadır. Üretim azalmadan 20 yıl süresince hasat yapılabilmekte, sonra plantasyonun yenilenmesi gerekmektedir. Hasat kışın yaprak dökümünden sonra aralık-mart aylarında yapılmaktadır. İsveç Enerji Ormancılığı Projesinde küçük ve orta büyüklükteki alanların hasatında kullanılmak için çeşitli hasat makinaları geliştirilmiştir. Makina hasat edilecek alanın dışında bir sıra boyunca kestiği gövdeleri, ya sürücünün arkasında yer alan bölmede demetleyerek yol kenarında bırakmakta ya da kestikleri materyali yongalama noktasına taşımaktadır. En gelişmiş hasat makinaları (keser-yongalar) ise kestiği gövdeleri aynı zamanda yongalayarak makina yanında hareket eden kamyona boşaltmaktadır. Yongalar ısı tesisine taşınır. Isı tesislerinde yakılarak ya elektrik enerjisine dönüştürülür ya da su tanklarındaki su ısıtılarak çevredeki yerleşim birimlerinin kalorifer sistemlerine gönderilerek merkezi ısınma sağlanır. İsveç enerji gereksinimin % 20'sini biyoenerji üretimi ile sağlamaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Petrol, doğal gaz ve kömür ithalatı nedeniyle enerjide % 80 oranında dışa bağımlı olan Türkiye'nin dünyada örnek gösterilen İsveç Enerji Ormancılığı modelini hızla gerçekleştirmesi, en kısa zamanda Enerji Ormancılığı Araştırma Merkezleri kurarak, yapraklı ağaç türlerimizle ilgili genetik araştırmalarla Modern Türk Enerji Ormancılığı Projesi'ni uygulaması gerekmektedir. Orman Bölge Müdürlükleri bünyesinde Enerji Ormancılığı Müdürlükleri kurulmalıdır. Orman Genel Müdürlüğü Türkiye'nin enerji ormancılığına uygun 4 milyon ha orman alanında, boş bırakılan 3 milyon ha tarım alanlarında ve 100.000 km uzunluğundaki ırmak ve dere kenarlarında modern enerji ormanlarının kurulmasına öncülük ederek her yıl milyonlarca ton ek odun üretiminin sağlanmasına katkıda bulunmalıdır.

Uluslararası Enerji Birliği (IEA)'ne üye ülkeler; ABD, Kanada ve AB ülkeleri, 2050 yılında ülke enerji gereksinimlerinin % 25-50'sini biyoenerji ile karşılayabilmek için toplam 160 milyon hektar alanı (Türkiye'nin iki katı !) enerji ormanları ve enerji bitkileri yetiştirmek için ayırmışlardır. Türkiye'nin de IEA'ya ülkeler gibi yakın gelecekte ülke enerji gereksinimin önemli bir bölümünü " Modern Türk Enerji Ormancılığı Projesi " ni uygulayarak ülke biyoenerji üretimini artırabilmesi için kimi koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir:

1. Modern enerji ormancılığının ülkemizde yurt genelinde büyük ölçeklerle uygulanabilmesi için Türk Hükümeti'nin IEA'ya üye ülkelerin hükümetleri gibi, vatandaşların kendi arazilerinde enerji ormancılığı işletmeciliğini yapabilmesi için, tarımda olduğu gibi, arazi hazırlık çalışmaları, fidan, gübre ve makine temini, bakım ve hasat çalışmalarında kullanılacak yeteri miktarda düşük faizli krediler sağlaması,

2. Orman Genel Müdürlüğü'nün enerji ormancılığı işletmeciliğinde vatandaşlara teknik bilgi ve danışmanlık hizmeti ile fidan temini konularında destek olması, modern enerji ormancılığının ülkemizde de uygulanabilmesi için yurdun çeşitli bölgelerinde kavak, söğüt, kızılağaç, okaliptüs, akasya gibi hızlı büyüyen ağaç türlerimiz ile pilot enerji plantasyonları kurarak halkın bilinçlendirilmesinin ve teşvik edilmesinin sağlanması,

3. Hükümetin enerji ormanlarından, koru ve baltalık ormanlardan (bakım, aralama ve hasat çalışmaları ile) üretilen odun ürünlerinin yakılarak ısı ve elektrik enerjilerine dönüştürülmesini sağlayacak modern ısı ve güç santralleri ve odun peleti üretim tesislerinin kurulmasında ve üretilen enerjinin satışında vergi muafiyeti sağlayarak hem tesislerin ülke genelinde çok sayıda kurulmasına ve hem de üretilecek elektriğin; petrol, doğal gaz ve kömür fiyatları ile rekabet edebilecek birim fiyatlarla satışına destek olması yararlı olacaktır.

4. Türkiye'de sayıları hızla artan biyokütle santralleri ve odun peleti tesislerinin hammadde gereksinimlerinin sağlanması ve biyoenerji üretiminin artırılması; enerjide dışa bağımlılığımızın azaltılması, biyoenerji sektörü ile istihdamın

sağlanması, toprak erozyonunun azaltılması; ekonomik, siyasi ve çevresel zorunluluk arz etmektedir. Türk ormancılığı çağdaş modern enerji ormancılığına geçiş ile biyoenerji üretiminde öncü ülkeler arasında yer alabilecektir. Bu durum Türk ormancıları için gurur kaynağı olacaktır (Saraçoğlu, 2017).

KAYNAKÇA

Demirtaş, A. 2004. Energy From Renewable Sources in Turkey: Status and Future Direction. Energy Sources, 2004; 26: 473-484

Erdallı, Y., Uzun, D. 2002. Türkiye'deki Tarım Atıklarının ve Tatlı Sorgumun Enerji Eldesi Amacıyla Değerlendirilmesi. TÜBİTAK MAM Çevre Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, İzmit.

EUWID, 2014. Klimaforscher sehen wichtige Rolle der Bioenergie in Kampf gegen Klimawandel. EUWID, Jahrgang 4, pp.6.

IEA,2013. Extended Energy Balances. OECD/IEA, Paris.
http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=453.

IPPC, 2011. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge University Press, Cambridge and New York, NY. http://srren.ipcc-wg3.de/report

IRENA, 2014. Global Bioenergy. Supply and Demand Projections. A working paper for REmap 2030, 88 p., September 2014.

Kadıoğlu, M. 2004. " İklim Değişiyor, Türkiye Daha da Kuraklaşacak". 2023 Dergisi, Sayı:40,s.8-16

Kadıoğlu, M. 2005. Bilim ve Aklın Yolundan Gidenler Çalı Çırpıda Gül Bitiriyor. Ya Biz? Hürriyet Gazetesi-Meteoroloji, s. 2, 30.05.2005, İstanbul.

Kaygusuz, K. 2001. Renewable and Sustainable Energy Use in Turkey.

OGM, 2009. Yenilenebilir Enerjide Orman Biyokütlesinin Durumu. OGM Biyoenerji Çalışma Grubu Raporu, 133 s., Haziran-2009, Ankara.

Saraçoğlu, N. 1991. İsveç Enerji Ormancılığı Projesi. Orman Müh. Dergisi, Yıl: 28, Sayı:2, 20-24,

Saraçoğlu, N. 2010. Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormancılığı. Efil Yayınevi, 298 Sayfa, Ankara.

Saraçoğlu, N. 2016. 2030 Yılı İçin Küresel Biyoenerji Arz ve Talep Projeksiyonları. Orman ve Av, Temmuz-Ağustos 2016, 15-22, Ankara.

Saraçoğlu, N. 2017. Energy Production from Forests in Turkey. 2nd International Conference on Viable Energy Trends (InVEnT-2017). 28-30 April 2017, Helsinki.

Sennerby-Forsse, L. 1986. Handbook for Energy Forestry. Section of Energy Forestry, Department of Ecology and Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences, 30 p., Falun.

TEİAŞ, 2016. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (MW- 2016 Şubat sonu) 07.03.2016.

Türe, I.E. 2008. Enerji Raporu. Bir Biyokütle Çeşidi " Tatlı Sorgum " . ETKB Raporu, Ankara

II

TOPRAK VE SU KORUMA

TÜRKİYE ÇÖLLEŞME RİSK MODELİ

Kenan ŞAHİN (Orman Mühendisi), **Burak AVCIOĞLU** (Orman Mühendisi)
Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

ÖZET

Türkiye fiziki coğrafya ve iklim özellikleri nedeniyle çölleşme süreçleri bakımından risk taşıyan ülkeler arasında yer almaktadır. Ulusal ölçekte çölleşme risk haritasının oluşturulması çölleşme ile mücadele bağlamında büyük önem taşımaktadır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) ve TÜBİTAK-BİLGEM işbirliği ile yürütülen Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (HIDS) kapsamında; Ülkemize özgü, coğrafi tabanlı matematiksel bir model,Türkiye Çölleşme Risk Modeli, geliştirilmiştir. Türkiye Çölleşme Risk Modeli, arazi bozulumu ve çölleşme riskinin tespit edilmesi, havza ölçeğinde risk haritalarının üretilmesi ve dinamik yapısıyla çölleşme ve arazi bozulumu riskinin izlenmesine olanak vermektedir. Türkiye Çölleşme Modelinde arazi bozulması ve çölleşme açısından ülke koşulları esas alınarak uzmanlar grubu tarafından tespit ve tanımı yapılan 7 ana kriter altında 48 gösterge ve 37 alt gösterge bulunmaktadır. Çölleşme ve arazi bozulumu bakımından ülkemiz arazilerinin % 30'unun düşük, % 13'ünün orta ve % 49'unun yüksek risk grubunda yer aldığı ve Çölleşme Modeli ve Risk Haritasının % 90 güven aralığı içinde mikro havzalar bazında % 84 tutarlı sonuç verdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Türkiye Çölleşme Modeli, Türkiye Çölleşeme Risk Haritası, arazi bozulumu, çölleşme*

ABSTRACT

With its physical and climatic characteristics, Turkey is among the countries under desertification risk. It is very important to have a national desertification risk map for combating desertification effectively. Under the umbrella Project, Developing Watershed Monitoring and Evaluation System (HIDS), Desertification Risk Model of Turkey was developed by the General Directorate of Combating Desertification and Erosion in cooperation with the TUBITAK-BILGEM. The model is an original geographic-based mathematical model specific to country. The Desertification Model of Turkey is a tool used for estimating land degradation and desertification risks, preparing watershed based risk maps and monitoring hot spot areas for desertification. The Desertification Risk Model of Turkey consists of 48 indicators and 37 sub-indicators under 7 main criteria defined by expertise group. It was found that about 30% of country's land under low risk, 13% moderate risk and 49% high risk for land degradation and desertification. It was also determined that the Desertification model and risk map are produced with 84% accuracy at micro-watershed scale.

Keywords: *Turkey's Desertification Model, Desertification Risk Map of Turkey, Land Degradation, Desertification*

GİRİŞ

Çölleşme, iklimsel değişiklikler ile fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, ekonomik ve kültürel etmenlerin ve aralarındaki karşılıklı etkileşimlerin sonucunda, özellikle kurak, yarı kurak, kurakça-yarı nemli ve nemlice-yarı nemli alanlar ile kuraklık/nemlilik özellikleri ne olursa olsun Akdeniz iklim bölgelerinde oluşan arazi bozulması ve ekolojik üretkenliğin azalması sürecidir (Türkeş, 2012ab). Türkiye, fiziki coğrafya özellikleri ve iklimi çok çeşitli ve değişken olan bir Güneydoğu Avrupa ve Doğu Akdeniz ülkesidir. Çölleşme açısından, yalnız iklim ölçütü ya da etmeni dikkate alındığında bile, Türkiye arazisinin yaklaşık % 45'i çeşitli düzeylerde (orta % 25.3, yüksek % 13, çok yüksek % 5.8 ve aşırı yüksek % 0.7) çölleşme süreçlerinden etkilenmektedir.

Türkiye Çölleşme Risk Modeli çalışmaları kapsamında, arazi bozulumu ve çölleşme konularında geniş bir literatür taraması yanı sıra, yaklaşık 50 farklı model, proje ve program; amaç ve kapsam, metodoloji, hassasiyet, ihtiyaç duyulan temalar, veri ve indikatörler, temsil gücü, ölçek, güncellik, başarı durumu vb. birçok kriter çerçevesinde de incelenip değerlendirilmiştir (TÜBİTAK BİLGEM-YTE, 2015). Bu modeller arasında özellikle Akdeniz ülkelerinde çölleşmenin olumsuz etkilerini araştırmak ve önlem almak amacıyla 1999 yılında 10 ülkeden ve 31 gruptan oluşan Çevre Programı içerisinde MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) ve bununla bağlantılı olarak DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe) projeleri önemli yer tutmaktadır. MEDALUS projesinde çölleşme tehlikesi altında bulunan hassas alanların belirlenmesinde iklim, toprak kalitesi, arazi kullanımı, bitki örtüsü ve amenajman temelli çevresel hassas alanlar indeksi (ESA, Environmental Sensitive Areas) ve tematik göstergeler kullanılmaktave model ile elde edilen ağırlıklı katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak haritalanmaktadır (Kosmos et. all, 1999; Geeson et. all, 2000). MEDALUS projesi ile bağlantılı olarak Avrupa ülkeleri için çölleşme göstergelerinin belirlendiği DIS4ME projesinde ise 150 ye yakın çölleşme göstergesi üzerinde çalışılmıştır. Çölleşme göstergeleri Portekiz, İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi çölleşmenin etkili olduğu bölgelerde belirlenmiştir. Sistem içerisinde çölleşme göstergeleri ekolojik, ekonomik, sosyal ve kurumsal yönlerine göre kategorize edilmiştir. Fiziksel ve ekolojik göstergeler: iklim, su, yüzeysel akış, toprak, vejetasyon ve yangın; ekonomik ve sosyal göstergeler ise tarım, arazi yönetimi, arazi kullanımı, toprak işleme, çiftçilik, su kullanımı, turizm ve makro ekonomik göstergelerden oluşmaktadır (Desertlinks, 2004).

Avrupa Birliği (AB), uzun zamandan beri ve son olarak 7nci Çerçeve Programı kapsamında, Avrupa'nın Akdeniz bölümünde ve dünya ölçeğinde etkili olan çölleşmenin, nedenleri ve sonuçlarına ilişkin çalışmalara ve programlara büyük

önem vermektedir. 1984 yılında Mytilene'de gerçekleştirilen Avrupa'da Çölleşme sempozyumu, Avrupa'daki çölleşme çalışmalarının doğduğu yer olarak anılmaktadır. Başlangıçta programlar çölleşmenin ana denetçisi ya da yönlendirici olduğu için iklim değişikliğine odaklanmakla birlikte, Akdeniz Çölleşmesinde önemli bir denetçi olarak insanın etkisi de bu çalışmalarda önemli bir yer tutmaktadır. 1998 yılında 5. Çerçeve Programının (ÇP-5) başlamasıyla birlikte, yeni onaylanan Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi (BMÇSS) ve Ulusal Odak Noktaları, AB araştırma alanı ve projeleri için en önemli son kullanıcılar olmuştur. 2002 yılında 6. Çerçeve Programına (ÇP-6) kadar, araştırma veri tabanı ve çölleşme süreçlerinin anlaşılması konularının önemli bir bölümü tamamlanmış ve çölleşme ile savaşım için ayrıntılı yönetimi seçeneklerinin geliştirilmesi ve projeler bu seçeneklerin Akdeniz Avrupa'sının dışında kalanlarla birlikte etkilenen alanlardaki gösteri ya da deneme uygulamalarıyla birlikte araştırmalardan gelen bilgilerin pratik uygulamalarına yönelmiştir. ÇP-7'de (2007) ise, çölleşmeye ve azalan ekosistem hizmet ve olanaklarına karşı önlem ve stratejilere biraz da olsa kaymanın yararlı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, özellikle biyofiziksel ve sosyoekonomik süreçler arasındaki bağlantılara ek olarak karar verme süreçlerinin desteklenmesi ve bilimsel bilginin ilgili tüm kurum ve kullanıcılara aktarılmasının kolaylaştırılması konularına önem verilmiştir. Bu kapsamda, AB, çölleşme ile ilişkili çok sayıda projeyi çeşitli organları ve Çerçeve Programları aracılığıyla desteklemektedir.

Türkiye Çölleşme Risk Modeli proje raporunun çok kısaltılmış bir teknik özetini içeren bu makale, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı ÇEM Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK-BİLGEM arasında 15 Kasım 2013 tarihinde imzalanmış olan "Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi (HİDS) Projesi" Ek-A İş Paketi-3 "Türkiye Çölleşme Risk Modeli'nin (TÇM) Oluşturulması" kapsamında yapılmış olan ana proje dokümanına dayanarak hazırlanmıştır (TÜBİTAK BİLGEM-YTE, 2015).

METODOLOJİ

Türkiye Çölleşme Modeli Kriter ve Göstergeleri

Türkiye Çölleşme Modelinde arazi bozulması ve çölleşme açısından ülke koşulları esas alınarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine göre uzmanlar grubu tarafından tespit ve tanımı yapılan 7 ana kriter altında 48 gösterge ve 37 alt gösterge yer almaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde

yüzde dağılıma dönüşmektedir. Bir soruna neden olan etmenlerin AHP yöntemiyle karara bağlanması için öncelikle sorun tanımlanmakta, daha sonra etmenler arası kıyaslama matrisleri oluşturularak etmenlerin yüzde önem dağılımları (ağırlıkları) belirlenmektedir. AHP yöntemine göre belirlenen Türkiye'de çölleşmeye neden olan 7 ana kriter vekriterlerin ağırlıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de çölleşmeye neden olan en önemli 7 ana kriter ve ağırlıkları

No	Kriter	Ağırlığı (%)
1	İklim	35.6
2	Su	18.4
3	Toprak	17.2
4	Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı	11.6
5	Topografya ve Jeomorfoloji	6.3
6	Sosyo ekonomi	6.2
7	Yönetim	4.7

Çölleşme Riskinin Tahmin Edilmesi

Çölleşme, fiziksel, biyolojik, politik, sosyal, kültürel ve ekonomik faktörlerin karmaşık etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan bir süreçtir. Her faktörün altında da çok sayıda alt faktörler yatmaktadır. Bu denli karmaşık bir etmenler yumağında, çölleşme üzerinde hangi etmenin ne boyutta etkili olduğunun ölçülmesi veya kestirilmesi zor olmakla beraber, çölleşme modellemesi için bu etmenlere rakamsal değer atamak bir zorunluluktur. Bir kriterin ve/veya bir göstergenin çölleşme üzerindeki etkisinin aynı olmadığı değerlendirilerek, tüm gösterge ve kriterler için ağırlık değerleri belirlenmiştir. Bu kapsamda, ölçme yoluyla belirlenmesi neredeyseolanaksız olan etmenlerin etki derecelerinin belirlenmesinde, öznel bir istatistiksel değerlendirme aracı olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine başvurulmuştur. Bu şekilde hem karar verme mekanizmalarına plan, program ve yatırım süreçlerinde yol göstermek hem de Çölleşme Risk Modelinin hazırlanmasına alt yapı oluşturmak mümkün olmuştur.

Çölleşme riskinin belirlenmesinde kullanılan kriter ve göstergelerin etkileri farklı olabileceği gibi veri yapıları da birbirlerinden çok farklıdır. Örneğin toprak reaksiyonu (pH) pratik olarak genellikle 3.0 ile 10.0 arasında sürekli veri özelliği gösterirken, yağışlı gün sayısı 5 ile 50 arasında kesin veri niteliğindedir. Ayrıca, toprak ana materyali nominal fakat erozyon ordinal veri özelliği taşımaktadır. Bu nedenle çölleşme riskini belirlenmesinde standardize edilmiş veriler kullanılmıştır. Bu bağlamda, herhangi bir çölleşme göstergesinin, "hangi durumda", çölleşmeyi "ne

kadar" gösterdiğinin ortaya koyulması amacıyla, çölleşme göstergeleri sınıflara ayrılmıştır.Gösterge sınıflarının çölleşmeyi ne kadar etkilediğinin tespit edilmesi amacıyla, her sınıfa puan değeri verilmiştir. Göstergelere ait her bir kritere ait *sınıf puanları*, çölleşme ve arazi bozulması açısından sorun oluşturmama (1.0 puan) ile çölleşme ve arazi bozulması açısından maksimum düzeyde etkileyebilirlik (2.0 puan) arasında derecelendirilmiştir. Sınıf puanının 2.0'a yaklaşması, o konuya ilişkin arazi bozulması ve çölleşme riskinin arttığı anlamına gelmektedir. Her bir ana kriteri temsilen kullanılan göstergeler ve alt göstergeler uluslararası standartlar ve ulusal teknik talimatlar kapsamında ülkesel ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde mevcut verilere uygun normlarda sınıflandırılmıştır.

Kriter İndis Haritaları ve Çölleşme Risk Haritasının Üretilmesi

Proje kapsamında üretilen 24 adet gösterge haritasından 4 adet ana kriter indis haritası üretilmiş; verisi sağlanan 4 ana kritere "iklim, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanım indisleri ile topografya ve jeomorfoloji" alt indis sonuç haritaları ana kriter içindeki her göstergenin diğer göstergeler ile olan mekânsal ilişkisi ve o göstergenin ağırlığı dikkate alınarak hesaplanmıştır.Sonuç çölleşme risk haritasının skor dağılımları incelenerek sıklık dağılımları hesaplanmış ve sınıf aralıkları belirlenmiştir. Çölleşme risk indisi sınıf aralıkları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Çölleşme İndisi Sınıf Aralıkları ve Tanımlamalar

Sınıf	İndis Değerleri	Açıklama
1	1.00 - 1.26	Çok düşük - Çok Düşük
2	1.27 - 1.34	Çok Düşük – Düşük
3	1.35 - 1.43	Düşük – Düşük
4	1.44 - 1.48	Düşük – Orta
5	1.49 - 1.53	Orta – Orta
6	1.54 - 1.57	Orta – Yüksek
7	1.57 - 1.64	Yüksek – Yüksek
8	1.65 - 1.70	Yüksek - Çok yüksek
9	1.71 - 2.00	Çok Yüksek - Çok yüksek

BULGULAR

Türkiye Çölleşme Risk Haritası

Türkiye'ye özgü coğrafi tabanlı matematiksel bir model olarak geliştirilen Türkiye Çölleşme Risk Modeli, arazi bozulumu ve çölleşme riskinin tespit edilmesi, havza ölçeğinde risk haritalarının üretilmesi ve dinamik yapısıyla çölleşme ve arazi bozulumu riskinin izlenmesini sağlayabilecek önemli bir çalışma olarak planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

Türkiye Çölleşme Risk Haritası ulusal ölçekte belirli istatistiksel hata kaynakları ile mevcut durumda tamamlanmış iklim, toprak, topografya ve arazi örtüsü veri kümeleri ile AHP yöntemi kullanılarak ortaya konulmuştur. Bu hali ile harita biyojeofiziksel bir özellik göstermektedir.

Türkiye Çölleşme Risk Haritası'na göre, çölleşme/arazi bozulumu bakımından ülkemiz arazilerinin %30'udüşük, %13'ü orta ve %49'u yüksek risk grubunda yer almaktadır. Ülkemizde arazi bozulması ve çölleşme bakımından en yüksek risk taşıyan 10 ilimiz sırasıyla; Iğdır (1.681), Şanlıurfa (1.648), Aksaray (1.632), Niğde (1.626), Ankara (1.604), Malatya (1.599), Mardin (1.599), Nevşehir (1.595), Adıyaman (1.591) ve Kırıkkale (1.589)' dir. Arazi bozulması ve çölleşme bakımından en düşük risk taşıyan 10 ilimiz ise sırasıyla; İstanbul (1.302), Bartın (1.311), Kocaeli (1.323), Sakarya (1.332), Zonguldak (1.334), Düzce (1.343), Tekirdağ (1.346), Kırklareli (1.352), Edirne (1.353) ve Yalova (1.355) olarak belirlenmiştir.

Türkiye büyük hidrolojik havzaları dikkate alındığında,Türkiye'de genel olarak yüksek-ortadan çok yüksek-yükseğe kadar değişen düzeylerde çölleşmeden etkilenebilirliğin ve çölleşme riskinin bulunduğu havzalar şunlardır: Konya Kapalı Havzası, Sakarya ve Kızılırmak'ın orta ve güney bölümleri, Fırat ve Dicle Havzası'nın Doğu Anadolu'nun güney kenarı ile Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanının tamamını içerecek biçimde Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Doğu Akdeniz Havzası'nın doğu bölümü ve Aras Havzası'nın Iğdır-Aralık yöresi.

Yüzde oranları çok düşük olmasına karşın, çok yüksek – çok yüksek çölleşme risk sınıfıysa, tüm havzalar içerisinde sadece Doğu Akdeniz, Fırat – Dicle, Konya Kapalı Havzası, Sakarya ve Seyhan havzalarında belirlenmiştir (sırasıyla, % dağılımları 0.05, 0.55, 0.07, 1.21, 0.04 ve 0.12'dir). Orta – orta ve daha üstü çölleşme risk sınıf dağılımlarına bakıldığında ise, alansal olarak büyük havzalardan Kızılırmak, Fırat - Dicle ve Sakarya havzalarının diğer havzalara göre daha ön plana çıktığı gözlenmektedir. Örneğin, Konya Kapalı havzasının % 41.09'u ve Kızılırmak, Fırat - Dicle ve Sakarya havzalarının yaklaşık olarak 1/3'ü yüksek – yüksek çölleşme riski ile karşı karşıyadır.

Türkiye'de karşılaştırmalı olarak çölleşme riskine düşük oranlarda (orta – düşük ve daha altı çölleşme risk sınıfı dağılımlarına sahip) maruz kalan havzalar ise, nemli-ılıman Karadeniz ikliminin egemen olduğu Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Doğu Marmara-Doğu Susurluk ile nemli Akdeniz ikliminin egemen olduğu Antalya ve Batı Akdeniz havzalarıdır.

Türkiye Çölleşme Risk Modelinin Doğrulanması ve Kalibrasyonu

Türkiye çölleşme risk modelinin doğrulanması ve kalibrasyonu kapsamında havza bazında saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda birçok noktada saha gözlemleri yapılmış ve proje danışman/uzmanlarınca arazinin çölleşme risk değeri ile modelin risk değeri karşılaştırılarak Türkiye Çölleşme Risk Modelinin doğrulanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, en basit jeo-istatistiksel benzetim yöntemlerinden biri olan "Ardışık Normal Benzetim" (ANB) tekniği kullanılarak çölleşme riski modelinin her piksel bazında iç tutarlılığı incelenmiş, tutarlılığa sahip olmayan pikseller, olası gözlem noktaları olarak belirlenmiştir. Yöntem, doğrulama havzasını temsil edecek sayı ve kalitede veri çekilmesine dayandırılmıştır. Her bir piksel bazında yapılan benzetmeler sonucunda, tutarsız noktalar elde edilmiş ve bu noktaların çölleşme riski arazide gözlemlenerek değerlendirilmiştir.

Türkiye çölleşme risk modelinin doğrulanması ve kalibrasyonu çalışmaları Gediz Havzası, Konya Kapalı Havzası, Doğu Akdeniz Havzası, Yeşilırmak Havzası ve Fırat-Dicle Havzasında başarı ile tamamlanmıştır. Tamamlanan 5 pilot saha çalışması sonunda yapılan değerlendirmelerde, Çölleşme Modeli ve Risk Haritasının % 90 güven aralığı içinde mikro havzalar bazında % 84 tutarlı sonuç verdiği belirlenmiştir. Benzer çalışmaların tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde diğer havzalarda belirlenecek pilot sahalarda yürütülmesi de planlanmaktadır. Doğrulama ve kalibrasyon çalışmalarının tamamlanması ile Türkiye Çölleşme Risk Haritası resmi olarak yayınlanacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-BİLGEM işbirliği ile yürütülen Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (HIDS) kapsamında; Ülkemize özgü,coğrafi tabanlı, iklim, su, toprak, arazi örtüsü ve kullanımı, topografya ve jeomorfoloji ve insan kaynaklı (sosyo-ekonomi ve yönetim) süreçlerin arazi bozulumu ve çölleşme üzerine interaktif etkilerini bütüncül ve disiplinler arası bir yaklaşımla dinamik bir yapıda matematiksel olarak tanımlayan Türkiye Çölleşme Risk Modeli, arazi bozulumu ve çölleşme riskinin tespit edilmesi, havza ölçeğinde risk haritalarının üretilmesi ve dinamik yapısıyla çölleşme ve arazi bozulumu riskinin izlenmesini sağlayabilecek önemli bir çalışmadır.

Bu çalışmayla, ülkemizin doğal kaynaklarını korumaya, çölleşme olgusunu en az düzeye indirmeye, kırsaldan göçün önlenmesine ve kırsal yoksulluğun en az düzeye indirilmesine yönelik oluşturulan yatırım projelerinin önceliklendirilmesi ile ulusal kalkınma ve hükümet programına entegre faaliyetlerin uygulanmasına kolaylık sağlanacaktır. Çalışma, ayrıca, çölleşme ile mücadele eden ve etmeye çalışan ülkeler için de örnek bir Çölleşme Risk Modeli olabilecek niteliktedir.

12-24 Ekim 2015 tarihleri arasında ülkemizde gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler "Çölleşmeyle Mücadele Taraflar Konferansında (COP 12) alınan kararlar çerçevesinde Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD/ LDN) çalışmalarında da önemli katkı sağlaması kaçınılmaz olan Türkiye Çölleşme Risk Modeli'nin, çölleşme açısından ülkemiz sıcak noktalarını belirlemesi ve doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi yönünde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Modelin geliştirilmesi ve etkin kullanımının sağlanması bağlamında; model çıktıları mevcut durum itibariyle, farklı kurumlara dağılmış oldukça kısıtlı veri tabanından yararlanılarak üretildiğinden, güvenilir ve uyumlu veri tabanının gelişmesi, çeşitlenmesi ve yaygınlaşması gerekmektedir.

Model yapısında yer alan su, sosyo - ekonomik ve yönetim kriterleri ve göstergeleri veri kümelerinin hazırlanmasından sonra, Türkiye Çölleşme Modeli tam olarak işletilebilecek ve Türkiye Çölleşme Risk Haritası, biyo-jeofiziksel kriter ve göstergeler ile birlikte sosyo-ekonomik olanları da hazırlanan AHP çerçevesinde yansıtabilecektir.

Kaynaklar

Desertlinks. 2004. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/indicator_system/index.htm.

Geeson, N.A., Brandt, C.J. and Thornes, J.B. 2002. Mediterranean desertification: a mosaic of processes and responses. Ed. Wiley.

Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H.and Imeson, A. 1999. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. In The Medalus Project: Mediterranean Desertification and Land Use. Manual on Key Indicators of Desertification and Mapping Environmentally Sensitive Areas to Desertification, Kosmas C, Kirkby M, Geeson N (eds). European Union 18882: 31–47. ISBN 92-828-6349-2.

TÜBİTAK BİLGEM-YTE. 2015. Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HIDS): Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi'nin Geliştirilmesi Projesi, Türkiye Çölleşme Modeli Raporu. Proje Kodu: G555000, Revizyon No: 1.0.1363.0, Sürüm Tarihi: 31.03.2015. TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM), Yazılım Teknolojileri Enstitüsü (YTE), Ankara.

Türkeş, M. 2012a. Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme. İçinde: Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım (ed. N. Özgen): 1-42. Eğiten Kitap: Ankara.

Türkeş, M. 2012b. Kuraklık, çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin ayrıntılı bir çözümlemesi. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi Çevre Özel Sayısı 20: 7-56.

YUKARI HAVZALARDA HİDROLOJİK SEL MODELLEMESİ

Enis BALTACI, Ahmet DOĞAN, İlkim ÇAVUŞ KARA, Murat ARSLAN, Mesut YILMAZ, Elçin ACAR, Ali KEŞ, Cafer ORHAN
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, 06560

Özet

Türkiye'de sel felaketleri doğal afetler içerisinde çoğunlukla karşılaşılan ve can ve mal kayıpları oldukça yüksek olan olaylar arasında yer almaktadır. Sel ve taşkınların en önemli sebebi havzanın üst kısımlarındaki su toplama bölgesinde toprak-su-bitki arasındaki doğal dengenin bozulmasıdır. Sel ve taşkınları önlemede en etkili yöntem su toplama bölgesindeki bozulan doğal dengeyi yeniden tesis edecek tedbirlerin alınmasıdır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü uhdesinde yürütülen Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HİDS) projesi ana temasından olan, Coğrafi Bilgi Sistem tabanlı 'Batı Karadeniz Yukarı Havzalarında Sel Modelleme Projesi' için Kastamonu ili İnebolu alt havzası pilot saha olarak belirlenmiştir. 2013 yılında başlatılan proje kapsamında, havzaların sel karakteristiğini optimum düzeyde ortaya koyacak modelin oluşturulması ana amaçlar olarak belirlenmiştir. 2014 yılında tamamlanan yazılım 'Atmosferik Modül, Hidrolojik Modül ve Sel Kontrol Faaliyet Modülü' olmak üzere 3 modül içermektedir. Toprak haritalama çalışmaları, uydu görüntüsü ve yersel ölçümlerle arazi örtüsü/sınıflaması gibi çalışmalar proje sahası için yapılmıştır. 2015 yılında, kalibrasyon çalışmaları için 4 adet akım gözlem istasyonu ve 2 adet otomatik meteorolojik gözlem istasyonu proje sahasına kurulmuştur. Bu model erken uyarı sistemlerinin temeline hizmet edecektir. Yüzeysel akışa geçen ve taşkın oluşturabilecek su miktarının tespitini sağlayacak olan bu modelle birlikte, yukarı havzalarda uygulanan sel kontrol faaliyetleri için fayda-maliyet analizinin yapılması beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler

Hidrolojik Model, Sel Modelleme, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sel Kontrol Faaliyetleri

HYDROLOGICAL FLOOD MODELING IN THE UPPER BASINS

Abstract

Flood disasters in Turkey are among the most frequent occurrences of natural disasters and have high loss of life and property. The most important reason for the floods is the deterioration of the natural balance between soil, water and plant in the water collection area at the upper part of the basin. The most effective method of preventing floods is to take measures to reestablish the disrupted natural balance in the catchment area. The sub-basin of İnebolu of the Kastamonu province was designated as the model site for the 'Flood Modeling Project in West Black Sea Upper Basins' which is the main theme of the Watershed Monitoring and Evaluation System (HIDS) project conducted in the General Directorate of Combating Desertification and Erosion.Within the scope of the project which was started to be carried out in 2013, the main objective was to establish a model that will reveal the flood characteristics of the basins to the optimum level. Completed in 2014, the software consists of 3 modules as 'Atmospheric Module, Hydrologic Module and Flood Control Activity Module'.Soil mapping studies, satellite imagery and terrestrial land cover / classification works were done for the project site.In 2015, 4 discharge observation stations and 2 automatic meteorological observation stations were installed on the project site for calibration studies.This model will serve as the basis for early warning systems. With this model, which will determine the amount of water that can flow and creating flood and benefit-cost analysis for the flood control activities applied in the upper basin.

Keywords: *Hydrological Model, Flood Modelling, Geographic Information System, Flood Control Activities*

1. Giriş

Son yıllarda gerek dünya ve gerek Türkiye'de erozyon ve buna bağlı olarak sel, heyelan ve taşkın olaylarında bir artışın olduğu gözlemlenmektedir. Türkiye'de topoğrafik yapının yüksek ve engebeli oluşu, toprakların erozyona karşı duyarlılığı, yarı kurak iklim şartlarının karakteristik özelliklerinden dolayı şiddetli sağanak yağışlar sebebiyle, ülkemiz ekolojik açıdan erozyon ve sel felaketine oldukça duyarlı bir yapıda bulunmaktadır. Türkiye'de sel felaketleri tabii afetler içerisinde en sık karşılaşılan ve ekonomik kayıpları hayli yüksek olan olaylar arasında yer almaktadır. Sel felaketleri ülkemizde depremlerden sonra en yıkıcı doğal felaket olarak bilinmekte (Kömüşçü ve Çelik, 2013) ve maddi manevi ciddi hasarlar bırakmaktadır (Bozkurt ve

Kulga, 1993). Uluslararası Afet Veri Tabanı EM-DAT verilerine göre, 1950-2007 yılları arasında Türkiye'de 34sel felaketinin meydana gelmiş olup, 1,016 kişinin hayatını kaybetmiş ve 1,5 milyon kişi bu felaketten etkilenmiştir (EM DAT 2010). United Nations Development Programme (UNDP)'nin yaptığı ankete göre Türkiye'de yaklaşık olarak 2 milyon kişi sel felaketine maruz kalmakta ve etkilenmektedir (UNDP, 2004).

Sel ve taşkınların en önemli sebebi; havzanın üst kısımlarındaki su toplama bölgesinde toprak-su- bitki arasındaki doğal dengenin bozulmasıdır. Sel ve taşkınları önlemede en tesirli ve kalıcı yöntem ise su toplama bölgesindeki bozulan doğal dengeyi yeniden tesis edecek tedbirlerin alınmasıdır. Yukarı havzalarda alınacak sel kontrol tedbirleri, suyun yüzeysel akışa geçerek sel oluşumunu ve ana mecralarda taşkın oluşmasını engelleyecektir. Bu ise can ve mal kaybını ve ana mecrada alınacak tedbirleri en aza indirecektir.

2011 yılında Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü'ne toprağın korunması, çölleşme ve erozyonla mücadele, çığ, heyelan ve sel kontrolü faaliyetleri ile ilgili olarak havza bazlı planlama ve projeler yapma görevi verilmiştir. Sel kontrol çalışmaları diğer faaliyetlerden ayrılmış olup sellerle etkin mücadele için Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB) bünyesinde ÇEM Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde ilgili birim ve kurumlardan oluşan Sel Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Sel ve taşkınlar ile mücadelede OSİB'na bağlı birimler koordineli ve iş birliği içinde çalışmaktadır. ÇEM Genel Müdürlüğü yukarı havzalardaki yamaç arazi ıslahı ile ilgili çalışmaları yürütmektedir.

ÇEM Genel Müdürlüğünce çalışmalara 2012 yılında başlanarak model projeler oluşturulmuştur. Model projeler ile sel yüzünden meydana gelen can ve mal kayıplarının asgari düzeye indirilmesi, yukarı havzalardaki arazilerde yapılacak ıslah çalışmaları ile yüzeysel akışın azaltılması, toprağın korunması ve bununla birlikte meraların ot verimi ve bitki örtüsünde artış sağlanarak ekonomiye olan katkının artması planlanmaktadır. Bu amaçlar kapsamında oluşturulan 'Batı Karadeniz Yukarı Havzalarında Sel Modelleme Projesi' ÇEM Genel Müdürlüğü'nün model projeleri arasında yer almaktadır.

'Batı Karadeniz Yukarı Havzalarında Sel Modelleme Projesi' kapsamında, Kastamonu-İnebolu alt havzasında Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri kullanılarak bir model oluşturulması hedeflenmiştir. Havzaların sel karakteristiğini optimum düzeyde ortaya koyacak modellerin oluşturulması, sel ön risk ve risk değerlendirmelerine altlık oluşturacak sel duyarlılık haritalarının oluşturulması projenin temel amaçlarını oluşturmaktadır. Proje alanında can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi, mevcut tesislerin sel kaynaklı taşkınlardan en az düzeyde etkilenmesi, su toplama tesislerinin işlevlerini tam olarak görmelerini sağlayarak su akışının

düzenlenmesi, ana dere, yan dere ve dereciklerde meydana gelen sel kaynaklı sediment yoğunluk akıntılarının ve hasarlarının en az düzeye indirilmesi projenin uzun vadede ikincil beklentilerini oluşturmaktadır. Ek olarak; yüzeysel akışa geçen ve sel-taşkın oluşturabilecek su miktarının tespitini sağlayacak olan bu modelle birlikte, yukarı havzalarda uygulanan sel kontrol faaliyetleri için fayda-maliyet analizinin yapılması beklenmektedir.

2. Model ve Yöntem

2.1. Pilot Saha Proje pilot sahası olarak seçilen İnebolu Alt Havzasının alanı 11409 ha olarak ölçülmüştür (Şekil 1). İnebolu havzasının ortalama eğimi % 19.29 olup, çok eğimli sınıfına girmektedir. Havzanın yaklaşık % 60'ını orta eğimli ve çok dik eğimli alanlar oluşturmaktadır. İnebolu havzasının genel bakısı kuzeydir.



Şekil 1:*Proje sahası-İnebolu Alt Havzası*

Araştırma alanı için yıllık ortalama sıcaklık 13,0 ºC, ortalama yüksek sıcaklık 17,2 ºC, ortalama düşük sıcaklık 9,5 ºC, en soğuk ay 5,3 ºC değeri ile Şubat, en sıcak ay 21,8 ºC ile Temmuz ayıdır. İnebolu Havzası Thornthwaite yöntemine göre değerlendirildiğinde 'Çoknemli, Mikrotermal, Su açığı yok veya pek az, tam denizsel koşullar" iklim tipine sahiptir.

İnebolu havzası Karadeniz iklim etkisinde olması nedeniyle yüksek yağış miktarına sahiptir. Böylece güneşlenme ve yüksek yağış miktarı vejetasyon yapısının

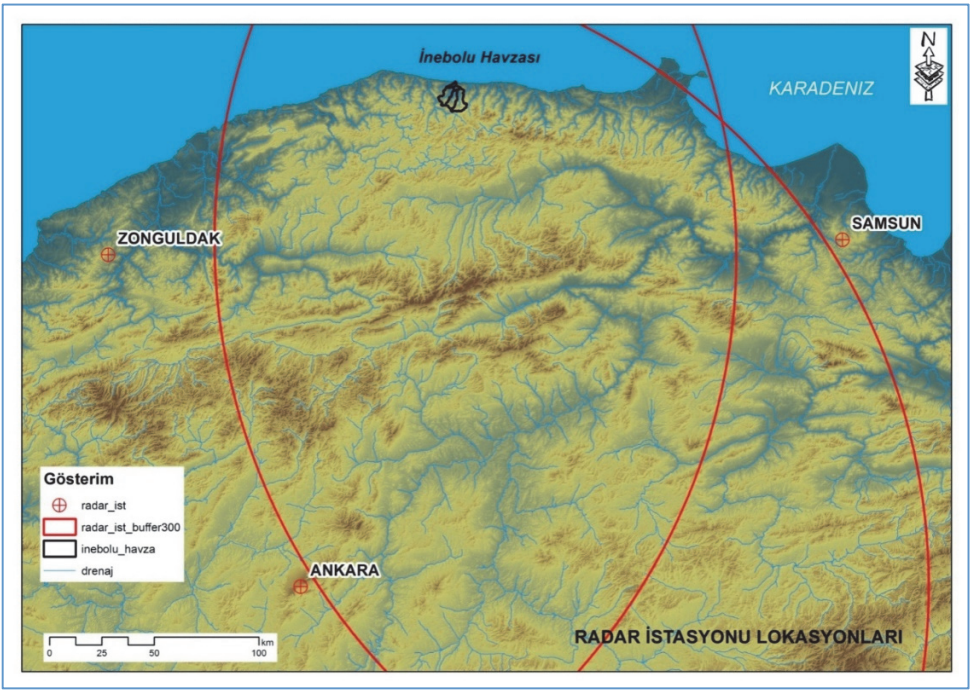
güçlü olmasına neden olmaktadır. Arazi kullanım türleri ve arazi örtüsü bakımından yüksek yağış, bakı ve eğim birlikte değerlendirildiğinde İnebolu havzası için vejetasyonun koruması büyük önem taşımaktadır.

İnebolu havzasının ortalama yüksekliği 621 m, en yüksek noktası 1360 m, ve en alçak noktası ise 0 m'dir. Buradan hareketle bu havzanın maksimum havza reliyefi (H) 1360 m olarak bulunmuştur. Havza reliyefi arttıkça havza yüzeysel sularının havzayı terk etme süresi kısalmakta, derelerde akan suyun hızı yükselmekte ve sel, taşkın ve erozyon tehlikesi artmaktadır. Buna göre İnebolu havzasında derede akan suyun hızı, sel, taşkın ve erozyon olma riski fazladır.

Alan içerisinde Aşağıgedik, Bozcadağ, Intrüzifler, Cefalıkdağ, Çaltepe, Kardak, Ulus, Çatak formasonları bulunmaktadır. Bu formasyonlara ait kayaç türleri ise kuvarsit-kuvars şist, andezit, kum taşı-çamur taşı, kireç taşı, kum taşı-çamur taşı-kireç taşı kayaçları yer almaktadır. Alanda en fazla yayılım gösteren büyük toprak grubu Kahverengi Orman Topraklar ve onu sırasıyla Kırmızı Sarı Podzolik topraklar ve Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları izlemektedir. Proje yerinin seçilmesinde, havzada her mevsim yağışın gözlenmesi, sel ve taşkına aşırı duyarlılık ve sel ve taşkın olaylarının kolaylıkla afete dönüşebilmesi, tarihinde yaşanmış olan büyük sel felaketleri etken olmuştur.

2.2. Atmosferik Modül

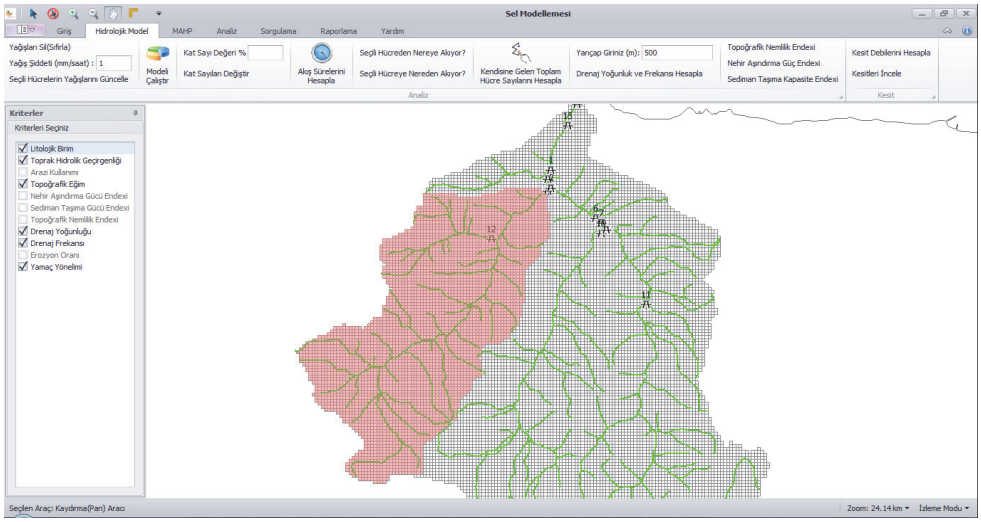
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün üzerinde çalıştığı Erken Taşkın Uyarı Sistemi (FFG)'nin atmosferik modeli sisteme entegre edilecektir. Sel ve taşkın riskinin anlaşılmasında meteorolojik verinin güvenirlilik analizlerinin yapılması önemlidir. Yağış, kar, toprak nemi, rüzgar verileri; uç (ekstrem) değer analizi ve İnebolu Alt Havzası'nda afet oluşturabilecek süre-şiddet-frekans verileri için ham datalar temin edilerek, süre-şiddet-frekans eğrilerinin hesapları yapılacaktır. Oluşturulan atmosferik modül pilot havzada kurulan 3 adet Otomatik Meteorolojik Gözlem İstasyonu (OMGİ), Alora, WRF sayısal tahmin verileri ve Samsun, Zonguldak ve Ankara'da yer alan Radar istasyon verileri ile desteklenecektir (Şekil 2).



Şekil 2: *Meteorolojik Radar Gözlem İstasyon Yerleri*

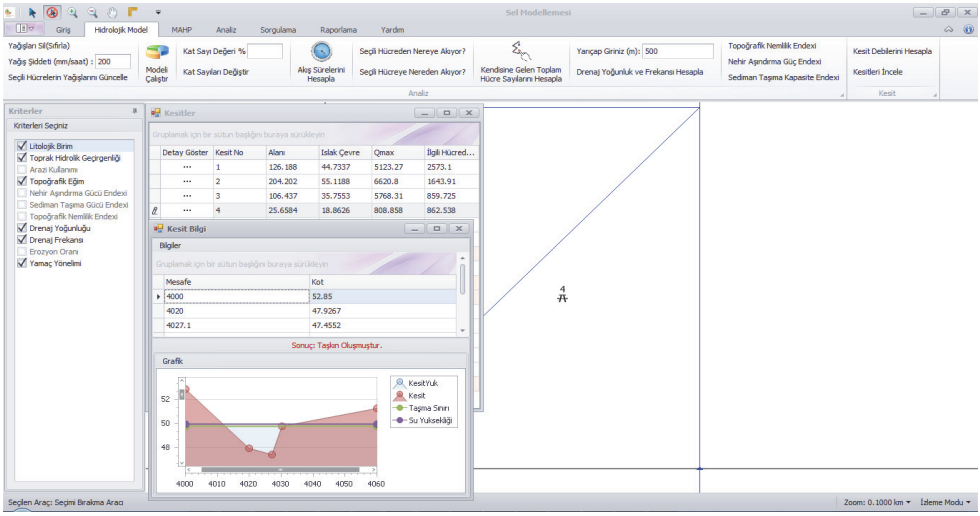
2.3. Hidrolojik Modül

Yeryüzü kullanımına bağlı olarak akış katsayılarının belirlenmesi hayati önem taşımaktadır. Akış katsayısı orman, yol, bina vb. koşullara göre değişiklik göstermektedir. İnebolu Alt havzası için akış yönleri belirlenmiş ve akış katsayıları Soil Conservation Service (SCS) veya uzaktan algılama metotlarına göre hesaplanmıştır. Yüzeysel akış Natural Resoruce Conservation Service (NRCS) Curve Number metot ile tahmin edilmiştir (Ogrosky ve Mockus 1964). Şekil 3' de hidrolojik sel modelinin ara yüzü ve arazinin drenaj ağı gösterilmektedir. Maksimum debi hesabı, kanal içinde belirlenen en kesitler baz alınarak Manning's formülüne göre hesaplanmaktadır (Şekil 4). Değişik frekanslarda tasarlanmış sellerin tekerrür hesaplamaları (Q10, Q25, Q100, Q500) yapılmıştır.



Şekil 3: *Hidrolojik sel modeli ara yüzü görünümü*

Oluşturulan modelin çalıştırılacağı yazılımın yerli ve açık kaynak kodlu olması tercih edilmiştir. Model piksel bazlı olarak tasarlanmış ve piksel büyüklükleri çalışılan havzanın büyüklüğüne ve veri yoğunluğuna göre uzman tercihine bağlı olarak esnek bırakılmıştır. Yazılımın birden çok hidrolojik modeli çalıştırabilir nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Proje alanındaki yağış-akış döngüsünün en gerçekçi bir şekilde ifade edilebilmesi için hidrolojik modelleme yaklaşımları ve bir yazılım kullanılmıştır. Proje alanındaki yağış-akış döngüsünün en gerçekçi bir şekilde ifade edilebilmesi için hidrolojik modelleme yaklaşımları kullanılmıştır. Sahadaki hidrolojik parametrelerin model kapsamında değerlendirilmesi için CBS araçları kullanılarak ve arazi kullanımı, geçirgenlik ve toprak nemi gibi fiziksel parametreler hidrolojik modele farklı katmanlar kullanılarak entegre edilmiştir. Modelde yer alacak sayısal parametrelerin zaman ve mekân değişimleri mevcut/tarihsel hidrometeorolojik veri kümeleri kullanılarak belirlenecektir. Hidrolojik model kapsamında değerlendirilen parametrelerin çalışma sahasına uygunluğunu teyit etmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından kayıt altında bulunan yakın mesafedeki ve hidrometeorolojik açıdan benzer özellikler taşıyan istasyonlar kullanılacaktır.



Şekil 4: *En kesit ve taşma seviyesinin yazılım ara yüzünde görünümü*

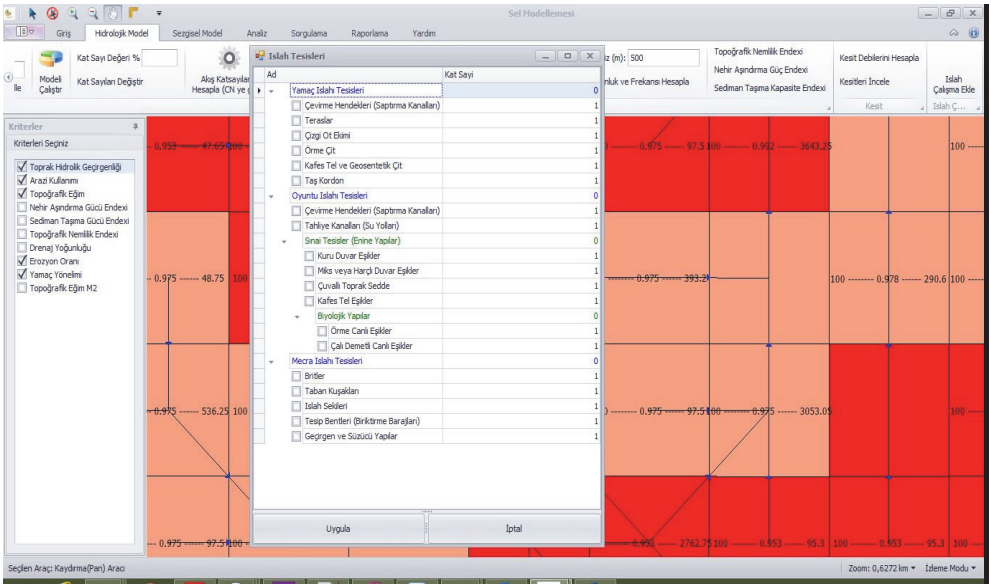
Parametre doğrulama (kalibrasyon) çalışmaları hidrolojik model kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla proje sahasında MGM tarafından daha önceden 100 m yüksekliğe kurulmuş olan OMGİ'ye ek olarak, 700 m ve 1000 m yüksekliklere sırasıyla 2 adet OMGİ kurulmuştur (Şekil 5). Ayrıca, akış yağış dinamiğini izlenebilir hale getiren 4 adet Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) proje sahasına kurulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5: *OMGİ ve AGİ' lerin lokaysonları*

2.4. Sel Kontrol Faaliyet Modülü

Sel havzalarının üst kısımlarında, yani su toplama bölgesinde uygulanacak yamaç arazi ıslahı ile yağış sularının arazide tutulması, erozyon kontrolü ve ağaçlandırma çalışmaları ile aşağı havzalarda muhtemel sel riski azaltılmaya çalışılmaktadır. Böylelikle sel oluşumu daha başlangıç aşamasında önlenecek veya azaltılacak, aynı zamanda ana sel deresinde yapılacak tesislerin de güvencesi olacaktır. Sel kontrol faaliyet modülü ile aşağı havzalarda sel taşkın risklerini en aza indirmek amacıyla yukarı havzalara tesis edilecek olan en uygun sel kontrol faaliyetlerinin belirlenmesi sağlanacaktır. Bu faaliyetler Yamaç Islahı, Oyuntu Islahı ve Mecra Islahı Tesisleri olmak üzere 3 ana başlıkta toplanmaktadır (Şekil 6). Sel kontrol faaliyetleri oluşturulan yazılıma tanıtılmıştır. Sel kontrol faaliyetleri için yağış sularını arazide tutma ve akarsu debi azaltma kapasite katsayıları hesaplanıp geliştirilmekte olan modül içerisinde yer alan her bir piksel için tanımlanacaktır. Ayrıca sel kontrol faaliyetlerinin etkili olarak çalışma süresi de sistemde mevcut olacaktır. Böylelikle her bir faaliyet için fayda maliyet analizleri yapmak mümkün olacak ve söz konusu saha için en uygun faaliyet seçilmiş olacaktır. Oluşturulan modülün ıslah tesislerinin katsayıları bu analiz kapsamında belirlenerek kalibre edilecektir.



Şekil 6: *Sel kontrol faaliyetleri modülü arayüzü*

3. Sonuç ve Öneriler

Geliştirilen sel modelinin aşağı havzalarda oluşacak sel ve taşkın felaketlerinin etkilerini en aza indirmek için yukarı havzalarda alınacak sel kontrol tedbirlerinin belirlenmesine hizmet etmesi beklenmektedir. Böylelikle yukarı havzalara tesis edilen sel kontrol tedbirlerinin fayda-maliyet analizlerinin yapılması mümkün olacaktır. Meydana gelebilecek sel felaketlerinin şiddetinin bilinmesi, yukarı havzalarda sadece gerekli ve en iyi sonuç verecek sel kontrol tedbirlerinin uygulanmasını sağlayacak ve nihayetinde uygulanacak sel kontrol tedbirleri için maliyet düşmüş olacaktır.

Pilot havzada, geliştirilen yazılım sayesinde Alora ve WRF sayısal tahmin modellerinden gelen veriler ile sel ve taşkınların önceden tahmin edilmesiyle muhtemel mal ve can kayıplarının en aza indirgenmesi sağlanacaktır. Uzun vadede, oluşturulan yazılımın diğer sel ekosistemlerinde doğrulama ve test çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Bozkurt S., Kulga Z., (1993) Historic floods in Turkey and their damages, Proc. Technical Congress held by the Turkish National Assembly of Geodesy-Geophysics, Ankara, in Turkish, pp 495–505.

EM-DAT (2010) The OFDA/CRED international disaster database. Universite´ Catholique de Louvain Brussels Belgium.

Kömüşçü A. Ü., Çelik S., (2013), Analysis of the Marmara flood in Turkey, 7–10 September 2009: an assessment from hydrometeorological perspective, Nat Hazards, 66:781–808.

Ogrosky H.O., Mockus V., (1964), Hydrology of agricultural lands. In: V.T. Chow (Editor), Handbook of Applied Hydrology, Sect. 21, McGraw-Hill, New York, N.Y.

UNDP (2004) A global report: reducing disaster risk—a challenge for development, New York John S. Swift Co.

KATILIMCI BÜTÜNCÜL PROJELERİN TANITIMI VE UYGULAMA ESASLARI

İsmail KÜÇÜKKAYA
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü,
kucukkayafa@gmail.com

ÖZET

Yüksek dağlık alanlarda havza sorununun büyük bir önemi bulunmaktadır. Bir ülkenin kalkınmasındaki en önemli bileşenlerden birisinin Havza Islahı ve Kırsal Kalkınma olduğu açıktır. Ancak Havza Islahı ve Kırsal Kalkınma teriminin içerdiği çok sayıdaki bileşenin zaman içerisinde gelişimleri sonunda bu bileşenler arasında içsel çelişkilerin doğabildiği, bu çelişkilerin uzun dönemde daha da büyüyebildiği görülmektedir. Bu çelişkilerin yoğunlaşabileceği temel alan çevresel alandır. Bu gerçekten hareketle ulaşılan ve uygulanmak istenen kalkınma biçiminin "sürdürülebilir kalkınma" terimine uygun bir kalkınma olması gerektiği kabul edilmiş, hatta uluslar arası sözleşme ve çalışmalarda en çok öne çıkarılan bir kavram olmuştur.

Havza Islahı ve Sürdürülebilir Kalkınmanın tanımı "gelecek kuşakların kendilerine özgü ihtiyaçlarını giderebilme olanaklarını tehlikeye sokmaksızın, günümüz kuşaklarının ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" şeklinde yapılabilir. Bunun, kendini yeniden üreten ve geliştiren bir sistemi oluşturma anlamına geldiği, ayrıca kuşaklar arası adalete dönük bir terimin olduğu söylenebilir. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın zaman açısından sınırsızlığı ifade ettiği ortaya çıkmaktadır.

Havza Islahı ve onun bir kaçınılamaz uzantısı olan sürdürülebilir kırsal kalkınmanın üç bileşeni bulunmaktadır. Bunlar doğal(ekolojik, biyolojik), sosyal (demogojik, kültürel, kurumsal) ve ekonomik (gelir, finans, kar) bileşenleridir. Ağırlıkları ve önemleri, farklılıklar arz etmekle birlikte doğal kaynak yönetiminde başarı sağlayabilmek üzere söz konusu bileşenlerin birbirini destekleyecek şekilde devreye sokulması ve güçlendirilmesi zorunludur.

Havza yönetimini sağlayan bir araç olan Havza Planları, belli bir zaman kesitinde, toplumun amaçlarının belli bir alan için ifadesinden ibarettir. Bu tanım, sözü edilen amaçlara ulaşmada gerekli olan mümkün çözümler stratejisi ile bütünleşmektedir.

Havzanın sosyo-ekonomik yapısı ve halkın öncelikleri, yeni istek ve talepleri, sürekli değişim halinde olduğundan, havza planlama tekniğinin de gözden geçirilmesi ve yenilenmesi ihtiyacı da hiçbir zaman son bulmayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Entegre Havza Yönetimi, Katılım, Koordinasyon*

ABSTRACT

Watershed management is a significant issue in high mountainous regions. Watershed Rehabilitation and Rural Development concept is one of the most substantial components of national development. However, as the many smaller components of Watershed Rehabilitation and Rural Development advance over time, various internal discrepancies can emerge and expand further in the long-term. A majority of such discrepancies often arise from environmental aspects. Accordingly, it is agreed upon that "sustainable development" is the appropriate and desired type of development, and this concept was thus highly emphasised in international conventions and studies.

Watershed Rehabilitation and Sustainable Development could be defined as "a development process to meet the needs of current generation without threatening the fulfilment of future generations' potential needs". This definition refers to a self-regenerating and self-improving system, which embodies the equity of generations. Thus, it could be deduced that sustainable development is not restricted by any time frame.

Watershed rehabilitation and its inherent subsection, sustainable rural development, comprise three components, namely the environmental (ecological, biological); the social (demagogical, cultural, institutional); and the economic (income, finance, profit) components. While their relative weights and significances may vary, it is essential that all components are incorporated and strengthened in reciprocal support in order to ensure success in natural resource management.

Other watershed management tools that are the Watershed Plans, refer to the expression of public purposes for the use of a defined region over a defined period of time. This definition is combined with the required solution strategies to fulfil the stated purposes.

As the socio-economic structures of watersheds, and the priorities, demands and needs of people are in continuous change, so must be the need to revise and update responding watershed planning methods.

Keywords: *Integrated Watershed Management, Involvement, Coordination*

1- GİRİŞ

Ormanlar, sahip oldukları yapısal ve işlevsel görevleri nedeniyle tüm ülkelerin önemli doğal kaynaklarından biridir. Küreselleşme sürecini yaşadığımız bu dönemde orman ve su kaynaklarının korunması, bugünkü ve gelecekteki toplumsal taleplere cevap verecek şekilde iyileştirilmesi gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde, orman kaynaklarının yönetimi tek bir yönetim planı ile değil, birbirini tamamlayacak şekilde, genel yönetim planlaması, stratejik planlama, uygulama planları ve yıllık performans planlaması şeklinde görülmektedir.

Kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklime sahip ülkelerde havza yönetimi, sürdürülebilir kalkınmanın gereği olarak, öncelikle ve ivedi olarak doğal kaynak bozulmasının önlenmesi ve bozulmuş doğal kaynakların rehabilitasyonu ile bölgede yaşayan halkın yaşam seviyesinin yükseltilmesine dönük çeşitli faaliyetleri kapsamaktadır.

Bilindiği gibi su havzaları; orman, mera, tarım alanları, akarsu ve yaban hayatı gibi çeşitli kaynaklara sahip olup, topluma çok değerli ürün ve hizmet sunarlar. Geçmişte, havza yönetiminden kastedilen mana, sadece çeşitli havza ürünleri hâsılatıdır. Bugünlerde bu anlayışta olumlu yönde gelişme sağlanmış ve yönetim anlayışı büyük ölçüde değişmeye başlamıştır. Havzada üretilen ürünlerin hasılat miktarının yanında, sürdürülebilirliği ile ekolojik hizmetlerinde sürekliliği ön plana çıkmıştır. Artık havza yönetiminde, orman planlamasının sadece ağaç serveti olarak planlanmasının yapılmadığı, diğer odun dışı üretim ve hizmet planlamalarında yapılması gereği anlaşılmıştır.

Gerçekten havzaların sağlamış olduğu çeşitli ürün ve hizmetler, havzanın kapasitesine ve toplumun talep ve beklentilerine uygun olarak, doğal koşullarda dikkate alınarak amaçlarının belirlenmesi ve belirlenen amaçlara göre planlama yapılması ve bu plana uygun olarak da ürün ve hizmetlerin işletilmesi gerekmektedir. O halde sürdürülebilir havza yönetimi, havzanın günümüzde ve gelecekte insanlarımızın ekonomik ve ekolojik ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde yönetilmesidir. Havza yönetimi, havzanın verim gücünü ve verim miktarını azaltmamalı, havzadaki farklı tür ve yaştaki vejetasyona, tüm yaşayan canlılara hizmet etmeli havzanın hidrolojik ve ekolojik çeşitliliği korumalı ve geliştirilmelidir.

Havza yönetimi yüksek dağlık alanlarda yaşayan ve ekosistemin bir parçası durumuna gelen yerel halka, havzanın üretim konuları ve verimliliği ile birlikte katılımcılık, biyolojik çeşitlilik, toprağın karbon değeri konularında daha çok eğitim verilmelidir.

2- KONULAR

2. 1- Havzaların Doğal, Sosyal ve Ekonomik Sorunları

Türkiye dağlık alanları, yüksek rakımda, engebeli, sığ topraklı, taşlık ve kayalık arazi, soğuk kış şartları hakim, uzun bir dönem karla örtülü, hassas ve kırılgan bir ekosisteme sahiptir

Havzadaki köyler şehirlere uzak, topraklı ve topraksız köylüler, küçük ölçekteki tarım alanları parçalı, mera ve ormanlarla iç içe, karmaşık ve mülkiyet açısından sorunludur.

Azalmakta olan küçükbaş sürü hayvancılığı, gelişmekte olan ahır hayvancılığı, kısıtlı, verimi düşük, miktarı ve çeşidi az ve pazara uzak tarımsal üretimi, kendi ihtiyacını sağlayan kapalı bir kırsal ekonomiye sahiptir.

Dağlık havzalar, sulama başta olmak üzere çeşitli alt yapı yatırımlarına son derece ihtiyacı olan, eğitim ve sağlık sorunları yoğun, doğal kaynakların genelde rasyonel kullanılmadığı sahalardır.

2.2- Havza Planlarında Amaç

Havza teriminden anlaşılan husus, her şeyden önce kendi içerisinde biyofizik ve sosyoekonomik karakteristikleri itibariyle benzerlik ve bütünlük gösteren, dolayısıyla diğer arazi parçalarından olan farklılıkları kendi içerisindeki benzerlikten daha büyük olan bir arazi parçasıdır. Ancak su ayrım çizgisiyle ayrılma ve bir su akımını (nehir, dere çay) besleme özelliği de, genellikle, aynı arazi parçalarını vermektedir.

Ne var ki su ile ilgili ve sınırlı kalan bu özellik mutlak değildir. Havzadan beklenen temel çıktıya bağlı olarak bu betimlemelerden biri ön plana çıkarabilecektir. Örneğin su çıktısı amacı üzerinde durulursa, çok sayıdaki çıktı üzerinde durulması haline göre bu havzanın yönetim biçimi farklılık gösterecektir. Ancak olabilen her durumda çok boyutlu çıktıyla ilgilenmek ve buna uygun bir planlama ve uygulama yapmak gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde bir havzanın ele alınması çok boyutlu amaçlarla ve dolayısıyla çok sayıda kriterle çalışma anlamına gelmektedir. Zira hem sürdürülebilir kalkınmanın içerdiği bileşenler, sosyal, ekonomik ve çevresel alanlara yayılıdır ve hem de bu alanların her birinin birden çok bileşimi bulunmaktadır. Bu durumda, çok amaçlılık konu olduğunda, amaçlara ve kriterlere ağırlık vermek gerekecektir. Bu açıdan havza ıslahı yaklaşımının bir stratejiye sahip olma sorununu gündeme getirdiği açıktır.

Her bir doğal kaynak, bulundukları ortam itibariyle havza içerisinde farklı ekonomik, sosyal ve kültürel değerlere sahiptir. Bu değerlerin ve farklılıkların mevcudiyeti, bazı doğal kaynakların çok yönlü faydalanılmasını, planlanmasını ve yönetimini gerektirir.

Fakat çok yönlü doğal kaynak faydalanmasının ve planlamasının yapılacağı havzalarda amaçlar çok iyi belirlenmelidir. Eğer havzadaki amaç veya amaçlar baştan iyi belirlenmişse, doğal kaynakların rehabilite edilmesiyle elde edilecek fayda masraf çok daha iyi ortaya konulacak ve sonuçta sürdürülebilir bir havza yönetimine daha iyi ulaşılacaktır.

Amaç, çeşitli uygulamalar sonucunda ulaşılmak istenen durumdur, hedeftir. Başka bir ifade ile amaç, bir havzadaki uygulayıcı kurumlarla, havzadaki ilgi veya hedef grupların beklentileri arasında bir uyum sağlamak veya grupların çatışmalarını, sürdürülebilir bir yönetim için dengelemektir. Her kurumun, çeşitli amaçları olabilir. Makro düzeyde bazı amaçlar vardır ki tek bir kurumun veya sektörün uygulaması ile bu amaca ulaşılamaz. Ancak sektörlerin bir araya gelmesi ve güçlerini birleştirmesiyle bu amaca ulaşılabilinir. Havzalardaki erozyonun ve selin azaltılması, ormanların iyileştirilmesi, meraların rehabilitasyonu, halkın gelirinin ve refahının artırılması gibi bir çok amaç daha çok entegre havza planlaması ve uygulaması ile gerçekleştirilir.

Amaçlara ulaşılacak programların tespitinde, kuruluşların kaliteli personel sayıları ve kapasiteleri ile yöre insanının projeye katılım güçleri iyi hesap edilmelidir. Küçük başarıların, büyük başarısızlıklardan iyi olduğu düşünülmeli ve bu nedenle iddialı ve sonuç alınmayacak amaçlar ve hedefler tayin edilmemelidir.

Kurumlar havzaları; erozyonu ve seli önleme, vejetasyonu geliştirme, biyolojik çeşitliliği koruma ve geliştirme, sulama ve enerji üretim, tarımsal üretim, doğal ve kültürel alanları koruma havzaları olarak belirleyebilirler. Bu sınıflandırmaya göre de havza yönetim amaçları çok çeşitlidir. Amaç, tek başına bir su kirliliğinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğinin korunması, enerji ve su hasadı, kuraklık ve etkisinin azaltılması olabildiği gibi doğal kaynak tahribatının önlenmesi ve kırsal fakirliğin azaltılması gibi birden fazla da olabilir.

Bu günkü havza projeleri çok amaçlı tanzim edilmektedir. Bu amaçlar genellikle, bölgede mevcut erozyonun ve selin kontrol altına alınması, bu amaçla ağaçlandırmaların yapılması, meraların, hayvancılığın geliştirilmesi ve tarımın iyileştirilmesidir.

2.3- Koordinasyon

Bilindiği gibi Türkiye'de kurak ve yarı kurak sahaların ormancılığı ve bu konudaki rehabilitasyonu, yağışlı Avrupa ormancılığından ve rehabilitasyonundan çok farklıdır. Kurak ve yarı kurak sahalar, bir yerde kırsal dağlık kesimde yaşayan insanların, kısıtlı tarım toprağına, kuru çalılık ve bozuk ormanlara, verimi az meralara ve kıt su kaynaklarına sahip oldukları alanlardır.

Aslında bu bölgeler, geleneksel doğa koruma çözümleri için; tarihten gelen, katılımcı arazi kullanım modellerini temsil eden, Agro- Silvi Pastoral sistemlerin, etkin uygulandığı alanlar durumundadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde orman, tarım ve mera alanlarının tanımı bile bilinen tanımlardan farklıdır.

Havza içerisinde, orman, toprak ve su kaynaklarının kullanımına yönelik birçok farklı kurum ve kuruluşlar ile bu kurumların çeşitli kanun ve yönetmelikleri bulunmaktadır. Bu açıdan kurumların çalışmaları havza ölçeğinde değildir. Her kurum kendi sorumluluğu altındaki kaynak yönetiminde bağımsız olup, planlamasını kendisi yapmaktadır. Genel anlamda entegre bir kaynak yönetimi yoktur. Bu durum, bütüncül havza planlamalarında, çeşitli yönetim sorunlarına neden olmaktadır.

Havzadaki kurumların tek başlarına yapmakta oldukları uygulama projeleri, belirli fiziki sonuçları hedefleyen, mühendislik işlerine odaklı, toprak ve su planlama yaklaşımını içermektedir. Tek başına kurumlar, havzalarda erozyonun azaltılması için birçok faaliyet planlasa da erozyonu istenilen seviyeye indiremediği, bu hususta diğer kurum ve kuruluş yatırımlarına ve koordinasyonuna ihtiyaç olduğunu bilinmektedir.

Son yıllarda havzadan beklenen faydaların çeşitlenmesinden ve isteklerin artmasından dolayı su havzalarının iyileştirilmesi ilgili karar verme süreçleri, gittikçe daha çeşitli ve karmaşık bir hale gelmektedir. Daha önce de izah edildiği gibi, planlamada ve uygulamada, havzanın her türlü sosyal, ekonomik, çevresel, kültürel ve politik değerleri de dikkate alınması gerektiği, doğal kaynaklarının korunmasında ve geliştirilmesinde, katılımcı ve entegre planlama yapılmadan istenilen amaca ulaşılamayacağı anlaşılmıştır.

Bu açıdan kurak bölge havzalarının rehabilitasyonunda bir lidere, onun etrafında bir koordinasyon kuruluna ve planlama yapan bir ekibe son derece ihtiyaç bulunmaktadır. Bilindiği gibi, havza proje uygulamaları, birlikte ve entegre çalışma deneyimi fazla olmayan kurumlar arasında sıkı bir koordinasyonu gerektirmektedir. Buna karşılık, koordinasyon kurullarının oluşturulmasın da "talimat" ve "tavsiye" şeklinde zayıf bir hukuksal temel bulunmaktadır.

Havza planlamasında ve uygulamasında, amaca ulaşmak için, havzaya yatırım yapan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonu sağlayacak, bir kurumsal

düzenleme yapılması gerekmektedir. Bunun sağlanması içinde dünyada kabul görmüş tek bir model bulunmamaktadır.

Koordinasyonda en önemli ilke, havza planlama ve uygulamaların en az aksama ile yürütülmesine dönük bir model çerçevenin hazırlanması ve uygulanmasıdır. Koordinasyon kurumları, havzadaki kurumları temsil eden birimler şeklinde merkezde ve illerde oluşturulmalıdır.

Koordinasyonun en önemli görevi, tüm katılımcıların sürece dâhil etmesi ve bu sürecin devam edebilme iradesini, proje uygulama süresinde ortaya koymasıdır. Koordinasyonun en iyi şekilde yürümesi için; tam katılımcı mikro havza planlaması ve uygulaması, merkezde proje koordinasyon destek birimi, illerde uygulama birimlerinin kurulması, koordinasyon birimlerinin her kurumda kurulması gerekmektedir.

2.4- Katılımcı Yaklaşım, Katılım, Maliyet Paylaşımı Ve Sahiplenme

2.4.1- Katılımcı Yaklaşım

Katılımcı yaklaşım, havzada yaşayan insanların geleneksek arazi kullanımına ve üretim modellerine dikkat eden, ret etmeyen ve birlikte çözüm getirmeyi düşünen bir zihniyete, davranışa ve tutum değişikliğine ihtiyaç duyar. Katılımcılıkta ne çok kazanan ne de çok kaybeden vardır. Sadece kazananlar vardır.

Katılımcı yaklaşım bir anlayış ve kültürdür. Bilgi paylaşımı, karşılıklı iletişim ve etkileşime dayalı, yaşayarak öğrenme ilkesinden yararlanır. Bu yaklaşım türünde, halka sorumluluk vermesi ilkesinden hareketle, halkla birlikte bilgi ve çözüm üreterek, doğal kaynaklarla geçim alternatifleri arasında uyum sağlamak, bu hususta planlama yapmak ve bu planları halkla beraber uygulamak vardır.

Kırsal kalkınma sorununun çözümünde yaşamsal bir yer tutan katılımcılığı ve dolayısıyla uzlaşmayı da kesintisiz bir süreç olarak dikkate alma zorunluluğu bulunmaktadır. İlkeli bir uygulamanın gereği olarak halkın katılımı, planlamanın ve uygulamanın başarısını güvence altına almaktadır. Ancak bunun için; kurumların özel uyuşmazlık konularının tanımlanması, tarafların ve temsilcilerinin başarılı bir biçimde belirlenmesi, sorunların tartışılması ve çözümü doğrultusunda açık bir istek ve kararlılık olması, sorunlara ait yeterli bir bilgilendirme hazırlığı yapılması, bir kuruluşun çözümlerde tek başına bir role sahip olmaması, şeklinde belirlenebilecek bir ortam bulunmalıdır.

Katılımcılık sürecinin yukarıda açıklananlar ışığında özetle dört aşamaya ayrılması ve bunların sıraya ve bütünlüğe kavuşturulması gerekmektedir. Bunun yanında yukarıda sayılan öğelere göre oluşturulmuş bir ortam bulunmalıdır. Sözü

edilen bu dört aşama şunlardır; bilgilendirme, inceleme, müzakere ve bilinçlendirmedir.

Katılımcılık sürecindeki yüz yüze diyaloglarda; bilgi alış verişinde, rol ve ilişkilerde, ilgiye ve çıkarlara odaklanmada, uzlaştırıcı çözümleri aramada açık olma, özelliklerine uygun bir iletişim ve müzakere çerçevesi olmalıdır.

2.4.2- Katılım

Katılım, herhangi bir tarımsal faaliyette, o faaliyetten yararlanacak çiftçi ve köylülerin başlangıçtan itibaren yatırımlara, görüş, emek, para verme şeklinde iştirak etmesidir. Katılım başka bir ifade ile yöre halkının ve tüm ilgi gruplarının kendisini etkileyen kararlara katılması, kararları yönlendirmesi ve kontrol edebilmesi ile ilgili gönüllü bir süreçtir.

2.4.3- Maliyet Paylaşımı

Maliyet paylaşımı gelir getirici yatırımlara, yöre insanlarının işgücü veya parasal katkı sağlamasıdır. Devletin maliyet paylaşımı, orman ve meraların iyileştirilmesine, her türlü rehabilitasyonlara sürdürülebilir havza yönetimi için eğitim ve bilinçlendirmeye parasal destek vermesidir.

2.4.4- Sahiplenme

Sahiplenme, yerel halkın proje amaçlarına uygun faaliyetleri benimsemesi ve uygulanmasıdır. Bir başka ifade ile halkın havza yönetim çalışmalarının her aşamasındaki maliyete ve diğer gönüllü katılıma en üst düzeyde destek sağlamasıdır.

Sahiplenmenin gerçekleşmesi için, havza planlamasında ve uygulamasında, yerel halkın ihtiyaçlarının ne olduğu, orman, su ve tarım kaynaklarını nasıl değerlendirdikleri, böyle bir projeden ne bekledikleri ve uygulamanın nasıl olması gerektiği gibi sorular, planlama esnasında yapılacak görüşmelerde öğrenilmelidir. Sahiplenmenin sağlanması açısından, Havza Planları, dinamik olmalı kendini devamlı yenilemelidir. Bu planlar, hiçbir zaman kesin kanun niteliğinde olmamalıdır. Uygulama esnasında, kazanılan tecrübeler ve bilgiler ışığında köylünün sosyal ve ekonomik şartlarına uymayan bölümler yeniden gözden geçirilmeli ve revizyona tabi tutulmalıdır.

Havza planlamalarında, köylüyü ve çiftçiyi, projeden yararlanan insanlar değil, projeye sahiplenen insanlar olarak değerlendirilmelidir. Bu anlayış içerisinde, köylü ve çiftçiler, uygun teknikler konusunda eğitilmelidir. Projeye katılım ve

sahiplenmenin yaygınlaştırılması ile inşa edilen tesislerin sürdürülebilirliği açısından, bakım ve korumanın da faydalanıcılar tarafından yapılması teşvik edilmelidir.

2.5- Katılımcı Planlama

Havza köylerimizin önemli bir bölümü küçük çiftçiler olup, ancak günlük kendi ihtiyaçlarını karşılayacak kadar tarım ve hayvancılık yapabilmektedirler. Yeterli sermayeleri olmadığı gibi yaşamları da tarıma ve işçiliğe dayalıdır. Bu nedenle bitki, toprak ve su ilişkisini göz ardı edebilmektedirler.

Aksine, köylümüz yaşadıkları çevreyle olan ilişkilerinde duyarsız olmayıp çevre konusundaki algılaması ve düşüncesi yaşanabilir çevre açısından çok daha net ve rafinedir. Fakat düşük ekonomik durum ve toprağa bağımlılık, sürdürülebilir havza yönetim çalışmalarının başarısında en büyük darboğazlardan biridir.

Bu açıdan, kırsal kesimdeki halkın sosyal ve ekonomik problemlerinin doğru tespiti yapılmadan, temel sorunların karmaşık yapısına yeterli dikkati göstermeden, doğal kaynakların korunmasında ve geliştirilmesinde başarılı olunması veya sürdürülebilir bir havza yönetimine ulaşılması çok zordur.

Bu açıdan çok işlevli ve entegre havza planlamasında, proje faaliyetleri birbirlerine dayalı veya birbirlerine bağlantılıdır. Başka bir ifade ile proje uygulamalarından birinde yapılacak başarısızlık diğer faaliyetleri de etkileyecektir.

Katılımcı entegre projenin uygulanabilirliği ve ekonomikliği yeterli sayıda ilgili katılımcılarla sağlanır. Katılımcı planlama, çiftçi ve köylümüzün yaşam biçimini, ihtiyaçlarını ve deneyimlerini dikkate alan, halkla birlikte, çözüm üreterek doğal kaynaklarla geçim alternatifleri arasında uyum sağlayan ve bu konuda havza yönetim planları yapan ve bu planları halka benimseten bir anlayışı ifade etmektedir.

Havza planlarının tanziminde ve uygulanmasında aktif olarak yöre halkının katılımı gerekir. Yani planlamanın tasarımını tek başına devlet değil, yerel insanlar da belirler. Çünkü yerel halkın, doğal kaynakların planlamasında ve sürdürülebilir yönetiminde derinliğine bilgisi vardır.

Plandaki amaçlar, tam ortaya konulmalıdır. Amacın, uygulamaların fiziksel olarak tamamlanması değil, sürdürülebilir bir havza yönetimi olduğu unutulmamalıdır.

Hedef grupların farklı istekleri tek tek belirlenmeli ve amaca uygun olanlara çözüm getirilebileceği konusu açıkça anlatılmalıdır. Amaca ulaşmada, riskler tespit edilmeli ve planda, bu risklere karşı alınacak tedbirler ortaya konulmalıdır.

Kaynak planlama çalışmalarında çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara bir bütün halinde ve geniş ölçekte bakılmalıdır.

2.6- İzleme Ve Değerlendirme

Havza planlarının hazırlanmasında, izleme ve değerlendirme ayrı bir faaliyet olarak planlanmalıdır. İzleme, sayısal değerler üzerinden yapılmaktadır. Sosyal, ekonomik ve dışsallığı içeren bir izleme ve değerlendirme gereklilik anlayışı projelerde mevcut olmalıdır. Hâlbuki proje yanlışlarının ve başarısının ölçülmesi, havzadaki başlangıç bilgilerinin tespiti ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle proje ile ortaya çıkan, havzadaki gerçek değerlere dayanan değişimlerin, bir izleme ve değerlendirme (İ&D) sistemi veri tabanında toplanması gerekmektedir.

Bu amaçla havza yönetim projelerinde İ&D sistemi, projelerin sağlıklı yürütülmesinde ve amacın gerçekleşmesinde önem arz etmektedir. Fiziksel yatırımları tanımlamak ve takip etmek nispeten kolaydır. Havzanın yatırımlardan sağlanan faydaların belirlenmesi ve takip edilmesi daha zordur. Sadece yatırımların takibi, projenin değişime olan etkisini ve dışsallıkları ortaya çıkarmamaktadır. Dışsallık gibi çeşitli faydalar ve zararlar, uzun bir zaman sonra fark edilecektir. Böylece, İ&D sistemi kısa ve uzun vadeli planlanmalı, fiziksel, ekonomik ve sosyal parametreler itibariyle etki ve değerlendirme imkânına sahip olmalıdır.

Ayrıca iyi bir İ&D sistemi, mümkün olduğu kadar tüm faaliyetleri kapsamalı ve sistem, projenin temel amacın gerçekleşmesine kilitlenmelidir. Ayrıca İ&D sistemi, seçici, sade ve düşük maliyetli olmasına önem verilmeli, her aşamadaki yöneticilere uygulama konusunda bilgi verebilmelidir.

3-MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma daha önce uygulanan Havza Rehabilitasyon Projeleri kapsamında edinilen bilgi ve tecrübelerin ışığı altında ön etüt, planlama, projelendirme ve uygulama aşamalarındaki arazi tecrübesi göz önüne alınmak suretiyle hazırlanmıştır. Faydalanılan belgeler, projeler kapsamında hazırlanmış dokümanlar ve uzman raporlarıdır.

Çalışma kapsamında çeşitli literatür taraması yapılmıştır. Bu makale, özellikle Dış kaynaklı Doğu Anadolu, Anadolu, Çoruh ve Murat Nehri Su Havzası Rehabilitasyon Projelerinden, İç kaynaklı çeşitli havza projelerinden elde edilen arazi çalışmaları ve uygulama sonuçları incelenerek, köylü ve çiftçilerle görüşmeler yapılarak hazırlanmıştır.

4- SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1- Entegre Bütüncül Projelerin Önemi Anlatılmalıdır.

Yerelde çalışan teknik elemanların, küçük ölçekte, tek faaliyetli proje yapması ve uygulaması değil de, havza düzeyinde çok kurumların katıldığı, çoklu faaliyetler şeklinde, proje yapmanın önemini kavraması, kabullenmesi ve sorumluluk alması hiç de kolay olmamaktadır.

4.2- Projeye Katılım ve Yatırımlara Sahiplenme Tam Sağlanmalıdır.

Yöre insanlarına en iyi faaliyetin gelir artırıcı yatırımlar olduğu unutulmamalıdır. Ancak ıslah edilecek havza içerisinde yaşayan köylülerin, gelir artırıcı yatırımların tamamının finansmanını sağlamaları da mümkün değildir. Bu nedenle, bu yatırımların gerçekleşmesinde bir kamu yardımına ihtiyaçları vardır. Ancak yöre köylüsünün gelir artırıcı yatırımlara sahiplenilmesi açısından, mümkün olduğu kadar işgücü ve finans kaynakları ile katılmaları sağlanmalıdır. Çünkü yatırımlara işgücü ve parasal destek şeklinde katılım ne kadar fazla olursa, paydaşların projeyi sahiplenmesi artacak ve projenin daha ekonomik olmasını sağlayacaktır. Tecrübeler sonucunda bu tür maliyete katılım fikri, proje yönetiminde yeteri kadar gelişmemişse ve yöre insanlarında bu çeşit bir katılım sağlanmamışsa, projenin amacına ulaşması mümkün görülmemektedir.

Proje sonunda çiftçiler, yatırımları sahiplenmiyor ise, projeye başarılı hükmünü vermek oldukça zordur. Aynı şekilde proje uygulaması sonucunda, havza içerisinde yaşayan halkın sosyal ve ekonomik yapısında bir gelişme olmamışsa, projenin başarısı tartışmaya açık olacaktır.

4.3- Gelir Artırıcı Yatırımlar, Köylünün Gerçek İhtiyaçlarına Ve Proje Amacına Uygun Şekilde Verilmelidir.

Türkiye'de ekosistemin bozulması, ormanların azalması meraların tahribi ve buna bağlı olarak da erozyonun hızlanması, bir tek nedenle açıklanmayacak kadar çeşitli ve karmaşıktır. Bütün bu olumsuz etkilerin başında halkımızın ekonomik yapısının önemli bir rolü vardır. Ekosistem tahribatının temelinde fakirlik olduğu unutulmamalıdır. Doğal kaynak tahribatı, fakirliğin bir sonucu iken, fakirlik de doğal kaynak tahribatının bir sonucudur.

Havza planlamasında, köylerde yaşayan tüm insanlar veya tüm doğal kaynaklar yatırım hedefi değildir. Yatırım hedefi, bozulmuş ekosistemin, bozulmuş görsel değerlerin ve yok olmuş yaban hayatının geri kazanımı, yatırım hedefidir. Yatırım hedefi aynı zamanda, yerel halkın doğal kaynaklara aşırı bağımlılıklarını

azaltan, tarımı ve hayvancığı geliştiren faaliyetlerde yatırım hedefidir. Yatımların belirlenmesinde, yerel halkın geleneksel faaliyet çeşitleri, arazi kullanım şekilleri ve modelleri de dikkate alınmalıdır

Gelir artırıcı Yatırımların hedef kitlelere verilmesinde, kazananlarla kaybedenlerin olmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde havzada, projeden hoşnut olmayan ve proje çalışmalarına karşı çıkan bir grup oluşacaktır. Sonuçta, kötü propaganda ile proje faaliyetleri menfi yönde etkilenecektir

Bir diğer önemli konu, havza projeleri ile planlanan gelir artırıcı faaliyetler, köylü ve çiftçinin kısa ve uzun vadedeki ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Tasarlanan faaliyetler, köylerin ekonomik sıkıntılarıyla uyumlu olur ise, sürdürülebilirdir. Bu açıdan faaliyetlerin seçimi amaca uygun ve gerçek ihtiyaca dayalı olmalıdır.

4.4- Kurak ve Yarı Kurak Sahalarda Yapılacak Entegre Katılımcı Projeler İçin, Arazi Kullanımı Ve Sosyo-Ekonomik Yapı ile İlgili Nitelikli Saha Araştırmaları Daha Çok Yapılmalıdır.

Kurak ve yarı kurak saha ormancılığı ve bu konudaki rehabilitasyonu, yağışlı Kuzey ve Orta Avrupa ormancılığından ve rehabilitasyonundan çok farklıdır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yaşayan insanlar, kıt su kaynaklarına, kısıtlı tarım toprağına, marjinal sahalarda tarıma, verimsiz çalılıklara, ormanlara ve meralara sahiptirler.

Meralar, ormanlar ve ziraat arazileri, birbirleriyle iç içe, çok ilişkili, karmaşık ve sorunludur. Hayvancılıkta yalnızca meralarda değil, doğrudan ormanlardan ve tarım alanlarından da yararlanılmaktadır. Bu bölgelerde orman ve mera alanlarının otlatma açısından tanımı bile farklıdır.

Böyle sahalarda yapılacak havza ıslahı uygulamaları, ekosistem korumalı, konu araştırmalarına dayalı olarak yürütülmelidir. Aslında bu bölgeler, geleneksel doğa koruma çözümleri için; tarihten gelen, katılımcı arazi kullanım modellerini temsil eden, Agro-Silvi-Pastoral arazi kullanın sistemlerin, etkin uygulandığı alanlar durumundadır.

Bu açıdan kurak ve yarı kurak sahaların rehabilitasyonu son derece karmaşık, problemli olduğundan nitelikli saha araştırmalara ihtiyaç duyar.

4.5-Koordinasyon Birimleri, Proje Yönetimini Tam Sağlamalıdır.

Daha önce de ifade edildiği gibi su havzaları içerisinde bulunan orman, tarım, mera ve su kaynaklarının kullanımına ve iyileştirilmesine yönelik birçok farklı kurum ve kuruluşlar ile bu kurumların arazi kullanıma dönük çeşitli kanun ve

yönetmelikleri bulunmaktadır. Kurumların çalışma öncelikleri havza ölçeğinde olmayıp kurumlar kendi sorumluluğu altındaki havza iyileştirme çalışmalarında bağımsızdırlar. Genel anlamda planlama ve uygulamalarda bütüncül bir kaynak yönetimi yoktur.

Havza planlama ve uygulamalarında, koordinasyon ile ilgili çok önemli bir risk bulunmaktadır; kurumlar arası birliktelik ve bunu sağlayan koordinasyon proje süresiyle sınırlıdır. Kurumlar, proje bitiminden sonra başa dönerek, havzada kendi başlarına çalışmaya başlamaktadır. Bu da önemli bir risk olarak görülmektedir.

4.6- Mevzuat Noksanlığı Giderilmelidir

Tek başına bir kurum, kuruluş ve özel arazi sahipleri, kendi sorumluluk alanında ne kadar önlem alsa da erozyonu önleme, sel ve taşkınları azaltma ile halkın yaşam seviyesinin yükseltilmesi zor görülmektedir.

Bu görüşten hareketle 6831 sayılı orman kanununun 58. maddesi, 18.11.2003 tarihinde değiştirilerek üst havzalarda çalışan ilgili kuruluşların havza bazında ve entegre çalışılabilmesinin imkanı sağlanmıştır.

Havzalardaki erozyonun ve selin azaltılması açısından 6831 sayılı orman kanununun 58. maddesi " Orman rejimine dahil ve yeniden orman tesis edilecek yerlerde havza bazında yapılacak ağaçlandırma, erozyon ve sel kontrolü, çığ ve heyelanların önlenmesi, ekosistemlerin korunup geliştirilmesi ve havzada yaşayan insanların hayat şartlarının iyileştirilmesi faaliyetleri, Çevre ve Orman Bakanlığının koordinatörlüğünde ilgili kuruluşlarla birlikte hazırlanan entegre projeler halinde uygulanır, ancak, Devlet ormanı içinden geçen mevcut demiryolu, karayolu ve köy yollarının tamiri, tahkimi ve bakımı orman idaresine bilgi verilerek ilgililer tarafından yapılır" hükmünü içermektedir.

Böyle bir kanun hükmü bulunmasına rağmen, bu güne kadar mevcut sel havzalarında entegre projelerin uygulama usul ve esaslarını ortaya koyan ikincil mevzuata dayalı, uygulama yönetmeliği hazırlanmamıştır.

Dış kaynaklı havza projeleri dışında, mevcut kurum ve kuruluşlar, mevzuat noksanlığından dolayı, kırsal talep odaklı, katılımcı ve entegre havza proje planlaması yapmakta zorlanmaktadırlar.

Bu açıdan seçilmiş havzaların, kültür ve çevre değerlerinin korunmasında, geliştirilmesinde ve gelecek nesillere aktarılmasında, havzada yaşayan tüm toplum kesimlerinin, merkezi ve yerel yönetimlerin sorumluluk alacak ve kanuna uygun olacak şekilde bir mevzuat hazırlanmalıdır.

4.7- Dış Kaynaklı Krediye İhtiyaç Halinde, Entegre Proje Hazırlanmalıdır.

Dış kaynaklı kredilerden yararlanarak proje hazırlamak, karmaşık bir prosedüre, uzun bir zamana ve yoğun bir emeğe ihtiyaç bulunmaktadır. Genellikle dış kredi kuruluşları, ülkelere proje önerisi sunmak için çaba sarf etmektedirler. Sağlanan krediler için bir bankada özel hesap açılmakta, harcamalar bu hesaptan ödenmektedir. Harcamalar, finansör kuruluş tarafından her aşamada incelenmektedir. Proje için gerekli büyük çapta satın almalar, uluslararası ihale usulüne, uygun format da şartname hazırlanmasına ve kredi veren kurumun onayına bağlıdır.

Dış kaynaklı projelerin ilk hazırlık projesi, genellikle fon sahibi ülkenin uzmanları tarafından hazırlanmakta ve hatta bu konuda ikraz anlaşmasına hüküm konulmaktadır. Danışmanlık hizmetleri de, genellikle yerli ve yabancı danışmanlık firmalarından temin edilmesi sağlanmaktadır. Bu firmalara ve uzmanlara sağlanan yüksek tutarlı ödemelerle, alınan dış finansmanın önemli bir bölümü, bir başka şekilde yurt dışına aktarılmaktadır.

Fakat özellikle proje hazırlık safhasında ikraz anlaşmasını yazan yabancı uzmanlar, ülke şartlarını yeterince bilmediklerinden, kurumların ciddi ihtiyaçlarını projeye tam olarak yansıtamamaktadırlar. Bu açıdan dış kaynaklı projelerin tasarımında ve hazırlanmasında, finansmanı sağlayan uluslararası kurumun öncelikleriyle, projeyi uygulayan ulusal kurumun öncelikleri uyumlu olmamaktadır.

Dış kaynaklı kredilerin, etkin kullanımının sağlanabilmesi için, sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak, kendini finansa edebilecek verimli yatırım projelerinde kullanılması gerekmektedir. Şüphe yok ki, dış proje kredilerinin ülke ekonomisine katkısı, bu kredilerin hangi yatırımlar için ve ne amaçla kullanıldığı ile yatırım projelerinin getirilerine bağlıdır. Bu açıdan dış kaynaklı kredilerin geri dönüşüm oranı, kredi maliyetini aşması halinde kredi kullanılmalıdır. Aksine dış kredi yoluyla temin edilen kaynakların geri dönüş oranının, borçlanma maliyetinin altında kalması durumunda, ülkeye net katkısından söz edilemeyecektir. Ancak, krediyi alabilmek için, bu geri dönüşüm oranının birçok projelerde göz ardı edildiği görülmektedir. Böylece kendi kendini finanse edemeyen, yüksek maliyetlerle temin edilen fonlar, yeterince etkin ve verimli kullanılmamaktadır.

Sonuç da, dış kaynaklı projelerin ülke ekonomisi için verimli olup olmadığı göz önünde bulundurulmadan, dış finansman arayışına gidilmesi, hem dış borç yükünü artırmakta, hem de geri ödeme aşamasında iç kaynakların ülke dışına çıkmasına neden olmaktadır.

4.8-Orman Teşkilatı Dağlık Alan Yönetiminde Etkin Bir Şekilde Örgütlenmelidir.

Dağlık alan yönetimi bir bütündür. Bu açıdan orman teşkilatı, orman köylerindeki orman ve meraların iyileştirilmesini, gelir artırıcı tarımsal sulama ve hayvancılık faaliyetlerinin geliştirilmesini yapabilecek bir şekilde Orköy'ü yeniden örgütlemelidir.

4.9- Orman Köylerinde Çevre Eğitimine Ağırlık Verilmelidir.

Havzalarda erozyonun ve selin önlenmesi, hayvancılığın ve tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi için yoğun bir çiftçi köylü eğitimine ve bilinçlendirme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bilindiği gibi eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinde etkileyici iletişim metoduna ve araçlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Havzada, erozyonun önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin ve suyun korunması gibi kavramlar, yüksek değerde bilgileridir. Bu kavramlar, herkesin, hele köylü ve çiftçimizin kısa zamanda, kolayca anlayacağı, benimseyeceği ve uygulayacağı konular değildir.

Bu açıdan, çiftçi ve köylü eğitimi, ayrı bir uzmanlık ister. Bu eğitim, havzaların ekonomik hedeflerine göre, çevre değerlerini bağdaştıran bir kalkınma politikasının oluşturulması ile mümkündür. Bu tür eğitim projelerinin, sosyal değerlendirmelere göre belirlenen, yayım ve tanıtım tekniklerine ve yaklaşımlarına ihtiyacı vardır. Ancak bu eğitim, bugün itibari ile ortada olup, eğitimin köylü ve çiftçiye verilmesinde büyük bir sıkıntı bulunmaktadır.

4.10- Entegre Bütüncül Projelerin Seçimi, Belirli Kriterlere Göre Yapılmalıdır.

Yurdumuzun bazı bölgelerinde yoğun bir göç yaşanmaktadır. Bu bölgelerde, genellikle azalan genç nüfus, artan yaşlı bir nüfus vardır. Yaşlı nüfusun önemli bir bölümü maaşlıdır. Bu nedenle bu böyle köylerde, gelir artırıcı faaliyetler talep edilmemektedir.

Bu nedenle havza seçiminde;

- Doğal kaynak tahribatının yoğun olduğu, bu açıdan can ve mal kaybı yönünden tehlike arz eden,
- Barajlara ve yerleşim yerlerine siltasyon kaynağı durumunda olan,

- Köylerde yaz ve kış ikamet eden, tarıma ve hayvancılığa bağımlı olan ve kırsal fakirlikle mücadele eden,
- Havza insanlarının, projeye aktif katılım potansiyeli görünür olan,
- Yerel halkın, projenin başarısını engelleyecek seviyede köy içi ve köyler arası sosyal ve mülkiyet sorunları ve çatışmaları olmayan,
- Gelir artırıcı faaliyetlerin uygulanması durumunda, ekonomik geri kazanımı mümkün olan,

Havzalar seçilmelidir.

4.11- İzleme Ve Değerlendirmeye Önem Verilmelidir.

İzleme ile proje uygulamaları doğru mu? Doğru uygulamalar yapıyor mu? Uygulamaların etkisi proje amacına uygun mu? Sorusuna cevap aranmalıdır. Böylece havza proje uygulamalarının, alansal ve finansal miktarları ile çiftçiye, doğal kaynaklara ve verimliliğe sağladığı net faydalar belirlenmelidir.

Projelerde İzleme sistemi geç başlamamalı, proje tamamlandıktan sonra da önemini yitirmemelidir.

POTANSİYEL ORMANCILIK FAALİYET SAHALARININ BELİRLENMESİ

Mesut YILMAZ, Ahmet DOĞAN, İsmail KÜÇÜKKAYA, Cafer ORHAN, Murat ARSLAN, Elçin ACAR, Erkan GÜLER
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, 06560

Özet

*Ülkemiz ormancılığında proje birimleri proje çalışmaları için öncelikle söz konusu sahanın tamamında tarama çalışmaları yaparak proje amacına uygun çalışma alanlarını tespit etmeye çalışmaktadır. Bu tespit çalışmaları sırasında oldukça fazla kaynak ve zaman harcanmakta ve hatta bazen yapılan çalışmalara rağmen çalışma amacına uygun potansiyel alanlar tespit edilememektedir. Potansiyel olarak ormancılık çalışmaları yapılacak alanların belirlenmesi için 2014 yılında Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü uhdesinde yürütülen "**Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HİDS) Projesi**" kapsamında "**Potansiyel Ormancılık Faaliyet Sahalarının Belirlenmesi (POS)Projesi**" başlatılmıştır.*

*Proje kapsamında; ağaçlandırma, bozuk orman rehabilitasyonu, toprak muhafaza ve mera ıslahı gibi potansiyel sahaların belirlenmesine yönelik uygun bir model ve yöntem geliştirilerek potansiyel alanların tespiti amaçlanmıştır. POS Modeli olarak; karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörlerin yüzde dağılımlarını veren ve uzman görüşüne dayalı **Modifiye Analitik Hiyerarşik Proses (M-AHP)** yöntemi kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı yazılım 2014 yılında tamamlanmış olup, 2015 yılında Ankara Orman Bölge Müdürlüğü; Kızılcahamam, Beypazarı ve Çamlıdere Orman İşletme Müdürlükleri sınırlarını kapsayan pilot sahada kalibrasyon ve doğrulama çalışmaları yapılmıştır. POS modeli ile bir havza içerisinde potansiyel çalışma yapılabilecek alanlar kısa süre içerisinde belirlenerek, bu alanlar hakkında raporlar hazırlanabilmektedir. Böylece potansiyel ormancılık sahalarının belirlenmesinde; iş gücü, maliyet ve arazi çalışmalarında harcanan zamanı minimuma indirilmiş olmaktır.*

Anahtar Sözcükler: *POS, M-AHP, Potansiyel Sahalar, Bozuk Orman Rehabilitasyonu, Toprak Muhafaza, Mera Islahı, Ağaçlandırma, CBS, Modelleme*

IDENTIFICATION OF POTENTIAL FORESTRY ACTIVITY FIELDS

Abstract

Project units in our forestry sector are trying to determine potential work areas for the purpose of the Project by surveying the field. Duringtheseanalysis on thefield, a lot of resources and time are spent, and even in spite of work done, potential areas for study might not be identified."Identification of Potential *Forestry Activity Fields (PFF) Project" was initiated within the framework of the "Watershed Monitoring and Evaluation System (HİDS) Project" which is carriedout in theyear of 2014 in order to determine the areas where potentially forestry activities by the General Directorate of Combating Desertification and Erosion.*

In project scope; Determination of potential areas such as afforestation, degraded forest rehabilitation, soilcon servation and pasture rehabilitation were determined by developing a suitable model andmethod. As PFF model; The M-AHP methodbased on the expert opinion, whichgives the percentage distributions of the factors affecting the decision, is used whenthe decision hierarchy can be defined. The software based on GIS was completed in 2014,and the calibration and verification was carried out in the model areas within Ankara Regional Directorate of Forestry; Kızılcıhamam, Beypazarı, and Çamlıdere forestry department in 2015. The software was completed in 2014, and the calibration and verification studies was carried out in the model areas within Kızılcıhamam, Beypazarı, and Çamlıdere forestry operation directorate of Ankara Regional Directorate of Forestry in 2015.With this model, potential work areas can be determined within a basin in a short time and reports about these areas will be prepared.There by determine potential forestry field; labor, cost and time spent on fieldwork will be minimized.

Keywords: *PFF, M-AHP, Potential Fields,Degraded Forest Rehabilitation, Soil Conservation, Pasture Rehabilitation, Afforestation, GIS, Model*

1. Giriş

Ormancılık faaliyetleri kapsamlı çalışmalar gerektirdiğinden yüksek maliyetli ve izlenmesi uzun zaman dilimlerinde gerçekleşen faaliyetlerdir. Gelişen teknoloji, uzaktan algılama ve CBS sistemlerinde birçok yenilikleri beraberinde getirmiştir. Teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında ormancılık faaliyetlerininde kısa zamanda, düşük maliyetli planlamalar ve projeler yaparak modeller üzerinde izlemelerin sonuçlarını doğruya yakın olarak ortaya koymak mümkün hale gelmektedir.

Önemli bir ihtiyaç olan potansiyel ağaçlandırma sahalarının tespiti ve haritalarının oluşturulması gelişen teknolojiden faydalanılarak kısa zamanda ve sistemli bir şekilde tamamlanması mümkündür. Bu amaçla Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü bünyesinde 2013 yılında CBS Tabanlı Potansiyel Ağaçlandırma Sahalarının (PAS) Belirlenmesi projesine başlanmıştır. Bu proje ağaçlandırma yapılabilecek alanların potansiyelini ortaya çıkararak, yapılacak ağaçlandırma faaliyetlerine altlık oluşturacaktır. Gerçekleştirilen proje için Gediz Havzasının Kuzeydoğusunda Uşak-Manisa-Kütahya illerinin bir kısmını kapsayan alan pilot saha olarak seçilmiştir. Yapılan çalışma için Modifiye Analitik Hiyerarşi Prosesi (M-AHP) tabanlı PAS modeli oluşturulmuş, model içerisinde çalışacak ağaçlandırma faaliyetini karakterize edecek 12 adet kriter ve 89 adet gösterge belirlenmiştir. Pilot saha için belirlenen kriter ve göstergeler ile modelin kalibrasyon ve doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Proje sonuçlarının yüksek oranda doğru olduğu yapılan arazi çalışmaları ile belirlenmiş ve uygulanabilirliği uzmanlar tarafından kabul edilmiştir. Geliştirilen ve uygulanmakta olan PAS modelinin Genel Müdürlüğümüzün diğer dairelerinde uygulanmakta olan projelere katkı ve veri sağlayacak şekilde geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. PAS modelinin altında çalışan M-AHP modelinin çalışma prensiplerine bağlı kalınarak Potansiyel Ormancılık Faaliyet Sahalarının (POS) Belirlenmesine yönelik modüller geliştirilmiştir. POS Modülleri; 1-Ağaçlandırma, 2-Bozuk Orman Rehabilitasyonu,3-Toprak Muhafaza ve 4-Mera Islahı olmak üzere 4 ana ormancılık faaliyetini ihtiva etmektedir. Her faaliyet modülü için ayrı ayrı kriter ve göstergeler belirlenmiştir. POS modülleri ile ormancılık faaliyetleri kapsamında yersel ve gözlemsel verileri kullanarak karar-destek modelleri yardımı ile potansiyel olarak; Ağaçlandırma, Bozuk Orman Rehabilitasyon, Toprak Muhafaza ve Mera Islahı gibi potansiyel sahaların belirlenmesine yönelik uygun bir model ve yöntem geliştirilerek potansiyel alanların tespiti amaçlanmıştır.

Geliştirilen model ile potansiyel ormancılık sahalarının belirlenmesinde; iş gücü ve maliyetin azaltılması, arazi çalışmalarında harcanan zamanın minimuma indirilmesi, yapılacak diğer faaliyetlere altlık olarak kullanılması, her faaliyet

sahaları için detaylı raporlamanın yapılması hedeflenmektedir. Bu amaç ve hedefle gerçekleştirdiğimiz proje için Ankara Orman Bölge Müdürlüğü; Kızılcahamam, Beypazarı ve Çamlıdere Orman İşletme Müdürlükleri sınırlarını kapsayan bir alan pilot saha olarak belirlenmiştir.

2. Model ve Yöntem

Bu projemiz için geliştirdiğimiz POS modeli ülkemize özgü olarak yazılımı hazırlanmış kullanıcı dostu yerli bir modeldir. Modelimiz masa üstü uygulaması veya network ortamında çalışabilmektedir. Uygulamamız C# dili ile Oracle veritabanı üzerinde geliştirilmiştir. Model şuan itibari ile masa üstü uygulaması olarak kullanılmaktadır. Geliştirilen uygulama tüm Türkiye kapsamında düşünülerek tasarlandığı için projeksiyon sistemi "Turkish Coordinate System Lambert ED 50" olarak belirlenmiştir. Modelin arka planında CBS platformunda MapInfo Professional CBS programı çalışmaktadır. Bu modelde yöntem olarak M-AHP kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörlerin yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahmin etme yöntemidir (Yaralıoğlu, 2004).

Yaralıoğlu (2004) bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken 6 aşamayı tanımlamıştır.

- **Karar Verme Probleminin Tanımlanması**

Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşur:
(1) Karar noktaları (m) saptanır.
(2) Karar noktalarını etkileyen faktörler (n) saptanır.
Sonucu etkileyecek faktörlerin sayısının doğru belirlenmesi ve her bir faktörün detaylı tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önemlidir (Yaralıoğlu, 2004).

- **Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması**

Faktörler arası karşılaştırma matrisi, boyutlu bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Saaty (1980; Yaralıoğlu, 2004'den alınmıştır) tarafından verilen önem skalası kullanılır. (Tablo 1)

Tablo 1: *Saaty önem skalası*

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için aşağıda verilen eşitliğin kullanılması yeterli olacaktır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

- **Faktörlerin % Önem Dağılımlarının Belirlenmesi**

Faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır: n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ . \\ . \\ . \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikten yararlanılır:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}$$

Değerlendirilen faktörler için hesaplanan B sütun vektörleri, bir matris formatında bir araya getirildiğinde aşağıda gösterilen C matrisi elde edilir:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisinden yararlanarak (Eşitlik), faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları (Öncelik «W» Vektörü) elde edilir:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} c_{ij}}{n} \longrightarrow W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix}$$

- **Faktör Karşılaştırmalarındaki Tutarlılığın Ölçülmesi**

AHP karşılaştırma matrisinin ve dolayısıyla öncelik vektörü içerisindeki tutarlılığın değerlendirilmesine yönelik Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır.

CR'nin hesaplanmasına ilişkin esas, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır.

λ' nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımı gerçekleştirilir; D sütun vektörü elde edilir:

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix}$$

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin Temel Değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin Temel Değeri (λ) verir:

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i}{n}$$

λ değeri hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI) hesaplanır:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1}$$

Tutarlılığın değerlendirilmesinde son aşamada CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan standart düzeltme değerine bölünerek CR elde edilir.

Hesaplanan CR değerinin 0.10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

n	RI	n	RI
1	0	8	1.41
2	0	9	1.45
3	0.58	10	1.49
4	0.9	11	1.51
5	1.12	12	1.48
6	1.24	13	1.56

- **Faktörlerin M Karar Noktasındaki % Önem Dağılımlarının Bulunması**

Bu aşamada, buraya kadar anlatılan şekilde, ancak bu kez, her bir faktör açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Bir başka ifade ile birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n adet) tekrarlanır. Bu aşamada her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir:

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ . \\ . \\ . \\ s_{m1} \end{bmatrix}$$

- **Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımın Bulunması**

Bu aşamada öncelikle, yukarıda anlatılan n adet mx1 boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve mxn boyutlu K karar matrisi oluşturulur:

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Sonuç karar matrisi W sütun vektörü (Öncelik Vektörü) ile çarpıldığında m elemanlı L sütun vektörü elde edilir:

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ . \\ . \\ . \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$

L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Vektörün elemanlarının toplamı 1'dir.M-AHP, buraya kadar anlatılan klasik AHP yönteminin değiştirilmiş (modifiye edilmiş) halidir. M-AHP ile klasik AHP'nin uygulanmasına ilişkin süreçte iki önemli fark bulunmaktadır:

I. M-AHP'de ikili karşılaştırma matrislerini uzman oluşturmaz.

Uzman sadece ilgili parametrelerin sistem içerisinde alabileceği en büyük puanı tanımlar. Uygulayıcı (Uzman) çalışılan alan ve/veya arazi haritalama birimde ilgili parametrenin -anlık- puanını ifade eder. İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilmiş parametre puan fark matrisininin oluşturulmasına müteakip Nefeslioglu tarafından önerilen önem değerleri çizelgesinden itibaren doldurulur(Nefeslioğlu ve Ark. 2012).Bu aşamada parametreler en büyük parametre puanı üzerinden normalleştirilir.

II. İkinci fark ise her bir parametrenin karar noktaları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi aşamasıdır.

Bu aşamada her bir parametre kendi en büyük puanı üzerinden normalleştirilir. Buna bağlı olarak [0, 1] Aralığında normalleştirilmiş bir sayı doğrusu üzerinde her bir parametrenin karar noktalarına olan doğrusal mesafeleri değerlendirilir. Bu mesafelere bağlı olarak önem değerlerinin çıkarılmasında yine Nefeslioğlu vd (2012) tarafından önerilen önem değerleri çizelgesi kullanılır.

M-AHP yönteminin değerlendirilmesindeki öncelikli amaç, uzmana ilişkin ön yargıdan kaynaklanan belirsizliğin normalize edilmesidir. Yöntem, uzman görüşüne dayalıdır; esnektir ve kolayca gerçeğe yakın değerlere uyarlanabilir.

Bu çalışma kapsamında birden çok paydaş kurum yer almakta olup, her bir kurum kendi kullandıkları formatlarda sayısal veri sağlamışlardır. Bu nedenle bu çalışma için verilerin dönüştürüleceği ortak bir formata ihtiyaç duyulmuştur. Ortak veri formatı olarak belirlenen .tab formatına tüm veriler herhangi bir kayıp olmaksızın dönüştürülmüştür. Orman meşcere haritası, arazi kabiliyet sınıfı haritası, kuraklık indisi haritası, yükseklik aralıkları haritası, jeoloji haritası, toprak derinlik haritası, erozyon tehlike ve risk durumu haritası, yıllık ortalama yağış haritası, mera durumu haritası ve saha eğim sınıfları haritaları modelimiz için pilot saha özelinde düzenlenmiştir.

Sayısal verilerimizin model içerisinde kullanılabilmesi için grid hücreleri metodu tercih edilmiştir. Bu yöntem ile proje sahası gridlere ayrılarak her bir gride karşılık gelen verilerin bu gridlere değer olarak atanması sağlanmaktadır. Böylelikle, çalışılan saha gridbazlı olarak analiz edilebilmektedir. Gridbazlı analiz işlemi bize izlemede kolaylık sağlayacaktır. Alanlar sürekli sabit olduğundan aynı alanın izlenmesi sağlanabilecektir. Yöntem olarak saha uzmanların görüşü de alınarak 90x90 m. piksellere (gridlere) bölünmüştür. Çalışılan alanın büyüklüğüne göre piksel büyüklükleri değiştirilebilmektedir. Uzmanlar tarafından belirlenen ulusal ve uluslar arası geçerliliği olan kriter ve göstergeler için puanlamalar pilot saha için yapılmıştır (Orman Genel Müdürlüğü, 1987). Her bir ormancılık faaliyeti için yapılan kriter ve göstergelerin puanlamaları birbirinden bağımsız olarak farklılık göstermektedir.

Tablo 1'de toprak muhafaza faaliyeti için kriterlerin ağırlık puanları ve aynı faaliyet için Tablo 2'de her kriterin göstergeleri verilmektedir..

Tablo 1: *Toprak Muhafaza Faaliyetinin Kriterleri*

Kriter
Saha Eğim Sınıfı
Erozyon Risk
Jeoloji
Kuraklık İndisi
Erozyon Durumu
Toprak Derinliği
Yıllık Ortalama Yağış
Amenajman [Ormansız Alanlar (OT, Açık alan, Mera)]
Mera Durumu
Yükselti Aralıkları
Arazi Kabiliyet Sınıfı
Arazi Kullanım Durumu

Tablo 2: *Toprak Muhafaza Faaliyetine Ait Kriterlerin Göstergeleri*

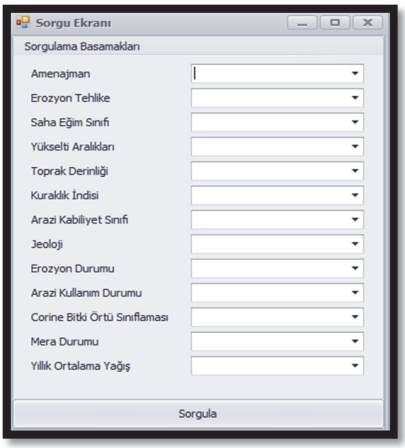
Arazi Kullanım Durumu Göstergeleri	Saha Eğim Sınıfı Göstergeleri	Erozyon Durumu Göstergeleri	Toprak Derinliği Göstergeleri	Amenajman Göstergeleri	Mera Durumu Göstergeleri
Bozuk Orman - Çalı	60<	Çok Şiddetli	D (0-20)	Ormansız Alanlar (OT, Açık alan, Mera)	Zayıf Mera
Mera - Bozkır	41-60	Şiddetli	C (20-50)	Bozuk Baltalık Ormanlar	Orta Mera
Orman	21-40	Orta	B (50-90)	Diğer Bozuk Ormanlar	İyi Mera
	0-20	Hiç veya Çok Az	A (90 +)	Makilik Alanlar	Çok İyi Mera

Erozyon Risk Göstergeleri	Jeoloji Göstergeleri	Kuraklık İndisi Göstergeleri	Yıllık Ortalama Yağış Göstergeleri	Yükselti Aralıkları Göstergeleri	Arazi Kabiliyet Sınıfı Göstergeleri
Çok Şiddetli (400+)	Genç Tortul	I<8 Tam Kurak	150-300 mm Kurak	501-1000	6. Sınıf
Şiddetli (200-400)	Eski Tortul	8<I<15 Kurak	300-400 mm Yarı Kurak	1001-1500	7. Sınıf
Kuvvetli (100-200)	Alüvyon Eski	15<I<23 Yarı Kurak	400-500 mm Yarı Kurak	1501-2000	8. Sınıf
Orta (50-100)	Metamorfik (Şistik) Kayaçlar	23<I<40 Yarı Nemli	500-600 mm Yarı Kurak	0-500	5. Sınıf
Hafif (10-50)	Tüf ve Tüfitler	40<I<55 Nemli	600 mm den fazla Yarı Nemli, Nemli	2001-	1. Sınıf
Çok Hafif (0-10)	Volkanik Kayaçlar (Karışık Seri)	I<55 Çok Nemli			2. Sınıf
	Daha Eski Tortul				3. Sınıf
	Kalker				4. Sınıf
	Alüvyon				
	Bazalt Eskisi				

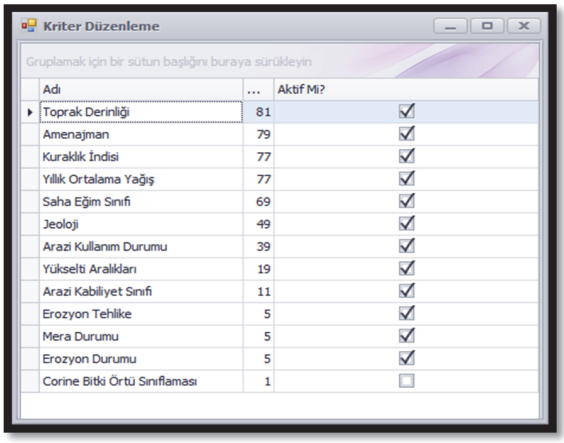
Gerektiğinde farklı bir ekosistemde yapılacak çalışma için bu kriter ve göstergeler ile birlikte puanlamaları da değiştirmek mümkün olabilmektedir. Bölgenin ekolojisine uygun yeni puanlama yapılacaktır. Yapılan bu değişiklikler kullanıcı dostu modelimiz sayesinde kolayca modele işlenebilmektedir.

Ülkemiz şartlarında her veri maalesef her yerde bulunamamakta veya verinin doğruluk düzeyi yeterince yüksek olmamaktadır. Verinin varlığına veya o verinin güvenilirliğine göre katman haritaları aktif veya pasif yapılarak model çalıştırılabilmektedir (Resim 1).

Yapılan puanlamaların sonucunda ve oluşturduğumuz katman haritalar ışığında modelimiz çalıştırılarak potansiyel ormancılık çalışmalarına konu olmayacak (verimli ormanlar, korunan alanlar, 2b sahaları, yerleşim yerleri vb.) ve potansiyel ormancılık çalışmalarına konu olacak alanlar (boşluklu kapalı orman alanları, OT sahaları, diğer açık alanlar vb.) ayrıştırılmıştır. Model ormancılık çalışmalarına konu olacak alanın içinde potansiyel alanları belirleyerek her bir grid hücresinin modellenmesi sağlanmıştır. Ancak mera ıslahı çalışması için bir istisna vardır. Mera ıslahı faaliyetleri yalnızca mera alanlarında yapılabileceğinden mera ıslahı faaliyeti belirlenen mera alanları içinde potansiyeli belirlemektedir. Üretilen sonuç haritaları üzerinden kriter ve göstergelere göre özel ve anlamlı sorgulamalar yapılabilmektedir (Resim 2).



Resim 1: *Katman haritalarını düzenleme arayüzü*

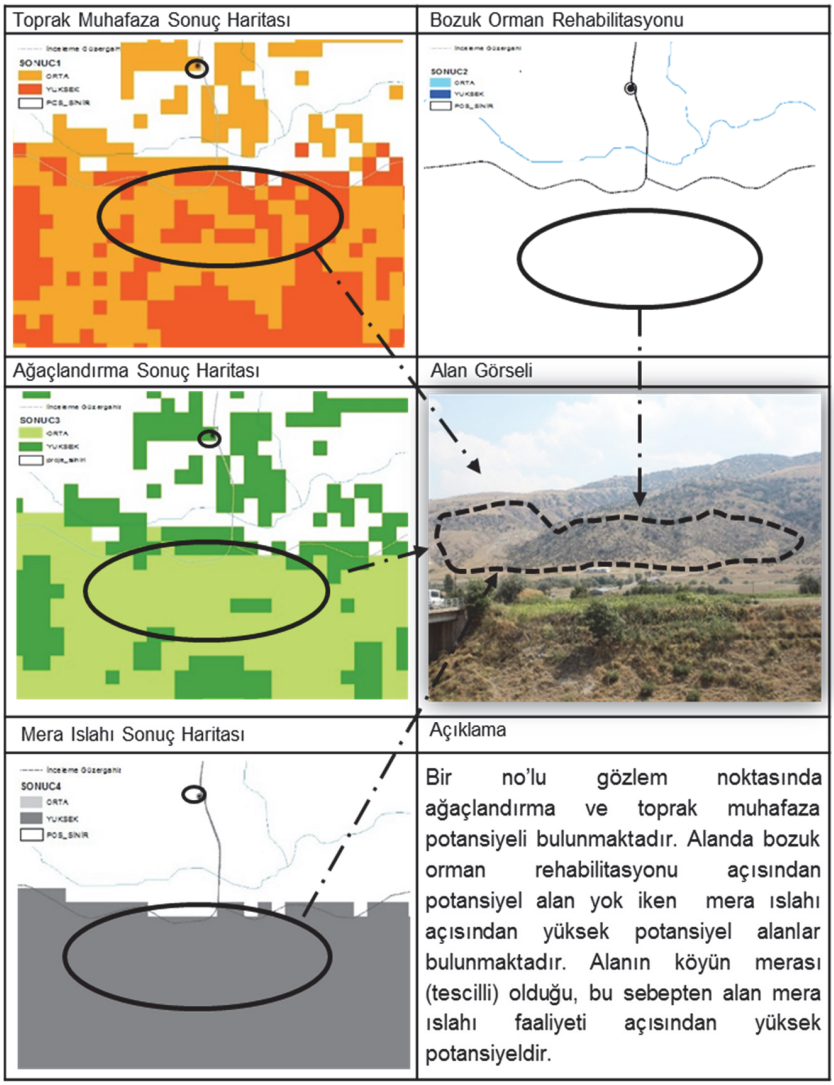


Resim 2: *Sorgu ekranı*

3. Sonuçlar

Üretilen potansiyel faaliyet haritalarında modelimiz aynı alanda çakışan ormancılık faaliyetini ön görebilmektedir. Alandaki hangi faaliyetin daha öncelikli olduğunu ise kriterlere verilen puanlama ile derecelendirme yaparak belirlenmektedir. Model sonucunda üretilen potansiyel haritalarda koyu renkler yüksek potansiyeli, açık renkler orta derecede potansiyeli ve beyaz renkler ise potansiyel ormancılık faaliyetinin olmadığını göstermektedir.

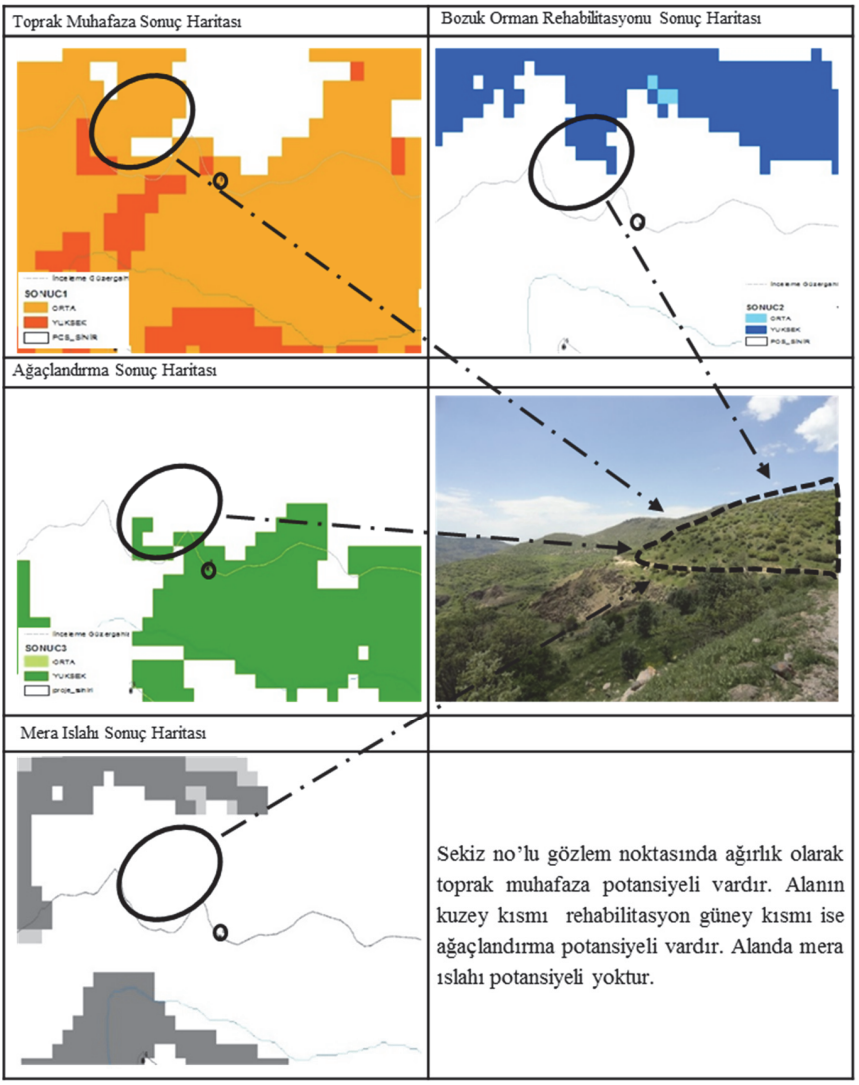
- Beypazarı Bölgesi Harmancık köyü yolu üzeri bir nolu gözlem noktasına ait model sonucu Şekil 1 de gösterilmektedir. Model, bu alanda potansiyel olarak toprak muhafaza, ağaçlandırma ve mera ıslahı faaliyetlerinin yapılabileceğini fakat bozuk orman rehabilitasyonu açısından potansiyel ormancılık faaliyeti ön görmemiştir.



Şekil 1: *Beypazarı Bölgesi 1 No'lu gözlem noktası potansiyel ormancılık faaliyetleri haritaları*

Söz konusu alan için modelin belirlemiş olduğu üç potansiyel faaliyetlerden mera ıslahının diğerlerine göre yüksek derecede potansiyel olmasının sebebi alanın mera tescilli olmasıdır. Tescilli meralarda yalnızca mera ıslahı faaliyetleri yapılanabileceğinden bu gibi alanlar için mülkiyet durumu bağlayıcı olmaktadır.

- Kızılcahamam Bölgesi Eğerbaşköy - Eğerlialören Mevkii sekiz nolu gözlem noktasına ait model sonucu Şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 2: *Kızılcahamam Bölgesi 8 No'lu gözlem noktası potansiyel ormancılık faaliyetleri haritaları*

Model; bu alanda potansiyel olarak alanın kuzey kısımlarında bozuk orman rehabilitasyonu, güney kısımlarında ağaçlandırma ve alanın genelinde ise toprak muhafaza faaliyeti ön görmüştür. Alanda mera ıslahı faaliyeti ise ön görmemiştir. Alanda yer yer taşların yeryüzüne çıktığı görülmekte ve yine alanın üzerinde ağaç, ağaççık ve çalı formları görülmüştür. Bu sebepten dolayı alanda toprak muhafaza ve rehabilitasyon faaliyetlerinin entegre şekilde faaliyet yapılması uygun olacaktır.

Modelin birden fazla faaliyeti ön gördüğü durumlarda hangi potansiyel faaliyetin daha optimal olduğu konusu ise uygulamacılar tarafından yerel şartlar göz önünde bulundurularak karar verilecektir.

4. Öneriler

Geliştirilen model proje 2 farklı pilot sahada denenmiş ve güven düzeyi olarak %85 doğruluk oranının da sonuç verdiği görülmüştür. Projenin bir sonraki adımında bölgesel sonuçlar elde etmek için önemli paydaşlarımızdan ve model sonuçlarından doğrudan faydalanıcı olan Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ile birlikte çalışılarak sonuçlar üretilmelidir. Bunun içinde OGM'nin ilgili birimleri ile (özelliklede etüt proje başmühendislikleri) bir araya gelinerek çalışılacak spesifik alanlar (kendi içerisinde homojenize) tespit edilmeli, bu alanların modele girdi sağlayan kriter ve göstergelerinin puanları belirlenmelidir. Türkiye'nin ormancılık çalışmalarına konu olabilecek potansiyel sahaları yerleri ile birlikte miktar olarak tespit edilmelidir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bundan sonra yapılacak çalışmalar daha doğru şekilde planlanabilecek yıllık olarak verilen programlar daha gerçekçi bir zemine oturtturulmuş olacaktır. Ayrıca üretilen potansiyel alanlar haritası onar yıllık periyotlarla yenilenen amenajman planlarına ve silvikültür planlarına altlık olarak kullanılabilecektir.

5. Kaynakça

Nefeslioğlu H.A., Sezer E.A., Gokceoglu C., Ayas Z., "A modified analytical hierarchy process (M-AHP) approach for decision support systems in natural hazard assessments", COMPUTERS & GEOSCIENCES, vol.59, pp.1-8, 2013

Orman Genel Müdürlüğü, (1987) Ağaçlandırma, Toprak Muhafaza, Mera ıslahı Suni Gençleştirme ve Enerji Ormanı
Tesisi Uygulama Projeleriyle İlgili Etüt ve Proje Düzenleme Esasları Dispozisyonlar ve Yararlanılacak Bilgiler. Tamim No:4125.

Yaralıoğlu K., (2004) "Uygulamada Karar Destek Yöntemleri", İlkem Ofset, İzmir.

SU HAVZASI YÖNETİMİNDE ENTEGRE VE KATILIMCI YAKLAŞIM

Selim ŞAHİN[1] (Orman Yüksek Mühendisi)
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme Ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Beştepe Mahallesi Alparslan Türkeş Caddesi No: 71 - Yenimahalle / ANKARA PK: 06510,
selimsahin@ormansu.gov.tr

Özet

Özellikle, insan kaynaklı faktörlerden kaynaklanan nedenlerden dolayı meydana gelen "toprak su bitki örtüsü" dengesinin bozulması sonucunda, erozyon, sel vb.. sebeplerle dünyada en fazla toprak kaybına uğrayan ülkelerden birisi ülkemizdir. bu tür doğal afetlerin etkisiyle, zaman zaman büyük çaplı can ve mal kayıplarının meydana geldiği gerçeğiyle, bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması yada en az seviyeye indirilebilmesi için, havza bütünlüğü esas alınarak planlamalar yapılmaktadır. Bu kapsamda, bildiride;

- *Türkiye'de su havzalarının genel sorunları,*
- *Su havzalarında uygulanan havza ıslah projelerinin kısa geçmişi,*
- *Havza ıslah çalışmalarındaki mevcut durum,*
- *Su havzalarında entegre projelerin gerekliliği ve katılımcılığın önemi,*
- *Katılımcı yaklaşımla planlanan entegre havza projelerinde genel seçim kriterleri, genel amaçlar ve ulaşılmak istenen temel hedefler,*
- *Projelerde katılımcı yaklaşım ve katılımcılığın aşamaları,*
- *Katılımcı yaklaşımla planlanan entegre havza projelerinde planlanan genel faaliyetler,*
- *Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde havza yönetimindeki temel farklılıklar,*

Gibi konular ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Entegre proje, Katılımcı yaklaşım, Su havzası yönetimi*

Integrated and Participatory Approach to Water Basin Management

Abstract

Theamount of soillossduetoerosions, floodsetc. triggeredbythedisruption of "soil, water, vegetationcover" balancebymostlyhumanfactors in Turkey is amongstthehighestlevels in theworld. Therefore, as suchnaturaldisastersmaycauselargescaleloss oflife andproperty, numerousplansthataimtopreservewatershedintegrityaredevelopedwith a viewtoeliminateortominimisetheimpacts. In this context, in thearticle;

- *General problems of watersheds in Turkey,*
- *Short history of watershed rehabilitation projects applied in water basins,*
- *Current situation in basin rehabilitation studies,*
- *The necessity of integrated projects and the importance of participation in water basins,*
- *general selection criterias in the integrated watershed projects which is planned by participatory approach, general objectives and targets to be achieved in the direction of these objectives,*
- *The participatory approach and the stages of participation in the projects,*
- *The planned general activities by participatory approach in the integrated watershed projects,*
- *The main differences in watershed management in developed and developing countries,*

Topics were discussed.

Keywords: *Integrated project, Participatory approach, Watershed management*

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, Ülkemizde olduğu gibi birçok ülkede de birçok; sosyolojik, ekonomik ve ekolojik sorunları beraberinde getirmektedir. Çünkü artan nüfusa karşı, insan yaşamının refahını yükseltecek, toplumsal kalkınmayı arttıracak olan doğal kaynakların miktarı ve taşıma kapasiteleri sınırlıdır. Buna paralel olarak, su havzalarındaki aşırı ve yanlış doğal kaynak kullanımı, ülkemizde ve tüm dünyada ekolojik sorunların ortaya çıkmasına ve artarak devam etmesine neden olmaktadır. Özellikle son dönemde yaşanan doğal afetlerdeki artış ve bunun beraberinde getirdiği artan can ve mal kayıpları tüm dünyada ve ülkemizde sürekli olarak gündeme gelmektedir.

Gelişmiş ülkelerde, yüksek yaşam düzeyinden dolayı, nüfus başına düşen kaynak tüketimi de yüksek düzeylerde olmaktadır. Böylece hem yoksul, hem de zengin ülkelerde, doğal kaynaklar farklı nedenlerle baskı altına alınmış bulunmaktadır. Başka bir anlatımla, nedenler farklı olsa bile sonuç aynıdır, yani kaynaklar tükenmekte ve ekolojik denge bozulmaktadır. Çünkü kırsal kesimde kişi başına düşen toprak ve ürün miktarı azalmakta, göç olayı meydana gelmekte, kentlerde işsizlik artmakta, konut, enerji gereksinimi, çevre kirlenmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Nüfus yoğunluğuna koşut olarak, yanlış kaynak kullanımı da artmaktadır.

Ayrıca, doğal kaynakların kullanımının küresel birçok olumsuz etkisi de vardır. Özellikle teknolojinin gelişmesi çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Sınırlı olan doğal kaynaklar teknolojinin ilerlemesiyle birlikte daha fazla tüketilmekte, bu durum canlılar üzerinde çeşitli problemleri beraberinde getirmektedir.

1. SU HAVZALARINDA DOĞAL KAYNAK BOZULMASI

1.1 Nedenleri

"Türkiye, dünyada en fazla erozyona uğrayan Güney-Güneydoğu Asya kuşağı içerisinde bulunmakta ve yüzölçümüne göre denizlere en fazla materyal veren ülkelerden birisi durumundadır. Her yıl denizlere taşınan materyalin miktarı, yüzölçümü Türkiye'nin 13 katı olan Avrupa kıtasından taşınan materyal miktarından daha fazladır. Birim alandan taşınan materyal miktarı olarak; Kuzey Amerika'dakinden 6 kat, Avrupa'dakinden 17 kat Afrika'dakinden ise 22 kat daha fazladır. (Atalay 1980)"

"Türkiye topoğrafik olarak çeşitli yüzey şekillerine sahip yüksek rakımlı genellikle dağlık bir ülkedir. Ortalama yükseklik 1132 m. Bu yükseklik Avrupa kıtasının (330 m.) 3,5 katı, Asya kıtasınınkinden ise daha fazladır (1050 m.). Türkiye genelinde yükseltisi 1000 m. Den fazla olan alanlar (göller dışında) ülke yüzölçümünün %56'sını aşmaktadır (BPD 1969)."

"Ülkemizin ortalamarakımı yüksek olduğu kadar aynı zamanda eğimli bir arazi yapısına da sahiptir.Dik eğimli araziler ülke yüzölçümünün yarısından fazlasını kapsamakta olup, eğimi % 20'nin üzerinde bulunan alanlar ülke yüzölçümünün % 61'ini, eğimi % 40'ın üzerinde bulunan alanlar ülke yüzölçümünün % 45'ini aşmaktadır (DSİ 1970/a; Oakes 1958)."

Bu bilgiler doğrultusunda, toprak-su-bitki örtüsü dengesini etkileyerek havzaların doğal yapısının bozulmasına neden olan faktörler genel anlamda 2 kısımda toplanabilir,

a-Doğal faktörler: Topoğrafya, Jeolojik yapı, İklim, vs..

b-İnsan faktörü: Yanlış arazi kullanımı ve aşırı faydalanma,

Havzalarda özellikle insan tarafından tahrip edilen doğal bitki örtüsünün devre dışı kalması sonucu, yağış sularıbüyük oranda ve çok kısa sürede yamaçlardan derelere ulaşarak su seviyesi ve akış hızını hızla yükseltip sellerin oluşmasına neden olmaktadır. Yağış havzasından sulara karışan toprak, taş vb katı materyal ise afetin tahrip gücünü önemli ölçüde arttırmaktadır. Akış sularıyla havza aşağılarına taşınan iri materyalin bu kesimlerde dere eğiminin azalması ile çökelip kalması yatağın

kapasitesini düşürmektesonucunda yatak dışına yayılan sular taşkınlara sebep olmakta,çevredeki arazilerde, yerleşim yerlerinde, ulaşım, haberleşme, enerji ve sulama vb. tesislerde büyük zararlar meydana getirmektedir. Taşkın sularının taşıntı materyalleriyle yüklü olması bu zararları daha da arttırmaktadır.

Sularla taşınıp gelen silt ve kil boyutundaki ince taneli sedimentin taşkınlar sırasında tarım alanlarında çökelmesinin toprak verimliliğini arttırdığı söylenebilirse de, çoğunlukla, ince taneli bu materyal sularla göl ve denizlere kadar kolaylıkla taşınabilmektedir. Buna karşılık ovalarda ve tarım yapılabilen düzlüklerde öncelikle çökelip kalan materyal taş, çakıl ve kumdan ibaret bulunmakta, bu iri taneli verimsiz materyalin araziyi kaplaması toprak verimliliğinin geniş ölçüde azalması ile sonuçlanmaktadır.

Bir su havzasındaki bozulan doğal denge havza ölçeğindeki hidrolojik çevrimi de etkileyerek, başta erozyonla toprak taşınması olmak üzere, sel, taşkın, sedimentasyonvb gibi olaylardaki etki ve katkılarıyla birlikte bir zararlı olaylar zinciri şeklinde kendisini göstermektedir. Bu durum doğal kaynaklarımızı tahrip ederken aynı zamanda yörede yaşaya halkında fakirleşmesine de neden olmaktadır.

1.2 Etkileri ve Sonuçları

Birhavzadaki temel doğal kaynaklar durumundaki Toprak-Su-Bitki örtüsü dengesinin bozulması 2 türlü kaynak kaybına neden olmaktadır,

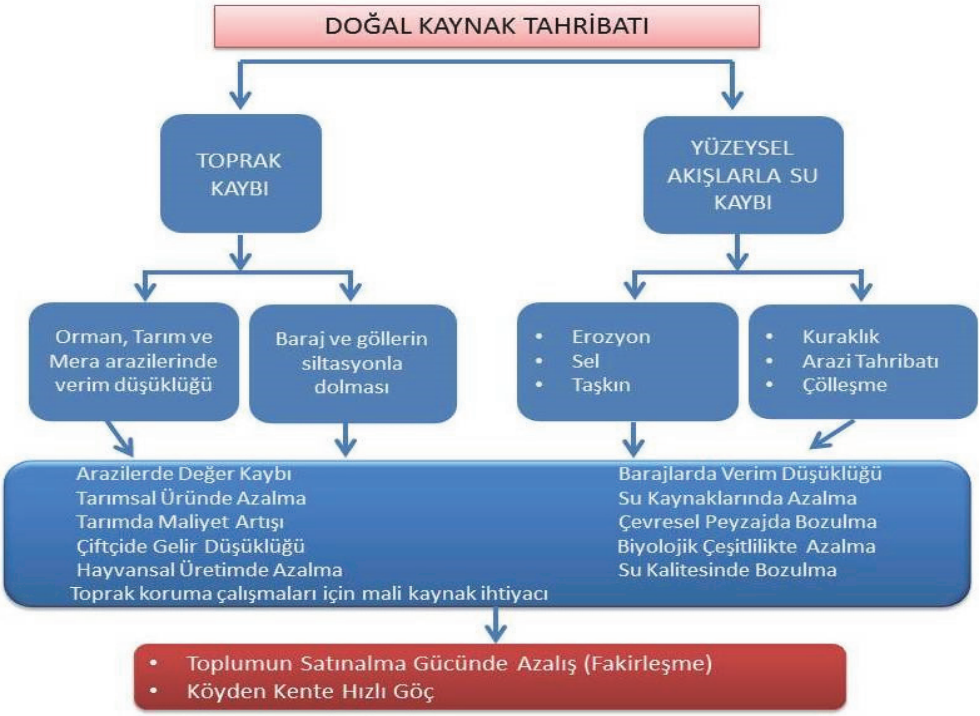
a-Toprak Kaybı

b-Yüzeysel Akışlarla Su Kaybı

Toprak kayıpları genel olarak vejetasyon örtüsü ortadan kalkmış çıplak alanlarda akış sularıyada rüzgarın etkisiyle bulunduğu yerden başka bölgelere taşınmasıyla meydana gelmektedir, su ve rüzgarın dışında, yamaç uçmaları, yamaç akıntıları, heyelanlar, çığlar, buzullar gibi nedenlerle de toprak taşınması meydana gelebilmektedir.

Su kayıpları ise daha ziyade yağış yada eriyen kar sularının vejetasyondan yoksuninfiltrasyon kapasitesi düşmüş alanlarda toprağa sızmadan direk meyil yönünde akışa geçerek havzadaki dereler vasıtasıyla havzayı terk etmesi şeklinde meydana gelmektedir.

Su havzalarında meydana gelen doğal kaynak tahribatının sonucunda oluşan toprak ve su kayıplarının etkileri ve genel sonuçları aşağıda şematik olarak verilmiştir.



2. TÜRKİYE'DE SU HAVZALARININ GENEL SORUNLARI

Ülkemizde yaklaşık olarak;

- Orman alanlarının % 54'ü,
- Tarım alanlarının % 59'u,
- Mera alanlarının % 64'ü «**Erozyona**» maruzdur.

Doğal kaynak tahribatına bağlı olarak ise havzaların genel sorunlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

2.1 Yukarı Havzaların Genel Sorunları

- Eğitim ve bilinç eksikliği
- Dağınık yerleşim
- Sürü hayvancılığı
- Meralarda aşırı ve düzensiz otlatma
- Orman alanlarında tahribat ve aşırı faydalanma
- Zayıf bitki örtüsü
- Hayvansal üretimde verim düşüklüğü
- Yanlış arazi kullanımı, yanlış tarım teknikleri
- Yetersiz, sığ ve verimsiz tarım toprakları

- Erozyon-Sel-Heyelan-Çığ
- Yetersiz su kaynakları
- Kırsal fakirlik
- Göç

2.2 Aşağı Havzaların Genel Sorunları

- Hızlı nüfus artışı
- Plansız ve düzensiz kentleşme
- Su ihtiyaçlarında artış (sanayi ve kullanım suyu)
- Su kaynaklarında kirlenme
- Su paylaşım sorunlarında artış
- Sel ve taşkınların artması
- Tarım topraklarının amaç dışı kullanımı
- Toprakta tuzlanmanın artması
- Tarım ürünlerinde azalma (miktar+kalite)
- Böcek ve hastalıklarda artış (bitki+tarım)
- Orman yangınlarında artış
- Doğal kaynak tahribatında artış (taş, kum ocakları v.b.)

3. TÜRKİYE'DE UYGULANAN HAVZA PROJELERİ

3.1 Tarihsel Gelişim

Türkiye'de, Su havzalarındaki ıslah çalışmaları ilk olarak 1950'li yıllarda başlamıştır.Bu çalışmalar daha ziyade üst havzalarda, toprak erozyonunun azaltılmasına yönelik yamaç ıslahı tedbirleri, su zararlarını önleyici nitelikte tesisler, çıplak alanların ağaçlandırılması çalışmaları, şeklindedir.**Örnek**: Tokat Behzat Deresi Projesi)

1970-1980'li yıllardan itibaren havza bazlı ıslah projeleri uygulamalarında işin içerisine havzada yaşayan köylülerde dahil edilmeye başlanmış, doğal kaynaklar üzerindeki baskının azaltılması amacıyla ilgili kurumlar (ORKÖY) tarafından havzada yaşayan insanlara yönelik «gelir artırıcı» ve «odun tüketimini azaltıcı» yönde desteklemeler sağlanmıştır. (Örnek: Çakıt Çayı Projesi)

Havza ıslahı çalışmalarında 1990'lı yıllara kadar;toprak ve su muhafazası amacının ön planda olduğu, dar çerçeveli sınırları belli olan teknik projeler yapılmakta iken, bu yaklaşım 1990 lı yıllardan itibaren, toprak ve su muhafazasının yanısıra sosyal faktörlerinde göz önüne alındığı daha kapsamlı bir bakış açısına sahip projeler yapımına geçilmiştir.

Entegre yaklaşım temelli bu bakış açısıyla, çok sayıda probleme geniş ölçekte çözüm getirme, sürdürülebilirlik, koruma-kullanma dengesinin sağlanması, paydaş katılımı, vb.. unsurların temel alındığı bir yönetim modeli benimsenmeye başlamıştır.Bu dönemde, su havzalarının mevzuat gereği birden fazla devlet kuruluşunun görev ve yetki alanında kalması, yerel halkın ve sivil toplum kuruluşlarının da uygulamalara katılımının gerekliliği ve önemi anlaşılmış olup "Katılımcı ve Entegre Havza Projeleri"kavramı ortaya çıkmıştır. **Örnek**: Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (DASHRP), Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (ASHRP).

1990-2000'li yıllarda yürütülen havza projeleri, doğal kaynakların rehabilitasyonu ve sürdürülebilir yönetimi ile yerel halkın yaşamının iyileştirilmesi/yoksulluğun azaltılması çalışmalarını beraberce ve katılımcı olarak planlayan ve uygulayan yaklaşıma dayanmıştır.

Su havzaları yönetimiyle ilgili tarihsel gelişme süreci içerisinde, ulusal ve uluslararasıalanda çalışmalar ve söylemlerde mevcut bulunmaktadır bunlardan birkaçı aşağıda verilmiştir.

"Farklı sektörlerin ve kaynak kullanıcılarının bir arada düşünüldüğü, tehdit ve imkânların uzun vadeli değerlendirildiği, bir alana yapılan müdahalenin yol açtığı olumlu ve olumsuz tesirlerin izlendiği en uygun ölçek havzadır. Havza; insanları, kentsel ve kırsal yerleşimleri, tarım ve orman alanlarını, çeşitli kategorilerdeki sanayileri, iletişim ve haberleşme ağlarını, çeşitli hizmet sektörlerini (ekosistem hizmetleri de dahil), ekosistemleri ve rekreasyonel alanları içine alan dinamik ve interaktif bir sistemdir (UN, 1997; UN, 2009)."

"Hidrolojik havza sınırlarının esas alındığı bütünleşik su yönetiminde, su kaynaklarının kalite ve miktar açısından korunarak sürdürülebilir kullanımı en temel kavramdır. (Avrupa Birliği 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)."

"Bütünleşik havza yönetimi, su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını teşvik ederek, su ekosistemlerinin ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin korunması, iyileştirilmesi ve olası tahribatların önlenmesini hedeflemektedir. Bu bağlamda tabii kaynakların yönetiminde havza ölçeği esas alınmaktadır (Ormancılık ve Su Şurası, 2013)."

"Bütünleşik havza yönetimi, geleneksel su yönetimi yaklaşımlarından farklı olarak, suyun miktarı ve kalitesini birlikte ele alan; havzadaki sosyal, ekonomik ve ekolojik hedefleri sürdürülebilirlik ilkesi temelinde uzun vadeli bir planlama çerçevesinde tanımlayan yem bir yaklaşımdır. Bu kapsamda havzadaki her türlü faaliyetin suyun niteliği ve niceliği üzerindeki, dolayısıyla gelecekteki kullanımına olan tesiri, karar destek sistemi araçlarının kullanımıyla analiz edilmektedir (Ormancılık ve Su Şurası, 2013)."

Ülkemiz su havzalarının; korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı ile ilgili kısa, orta ve uzun vadeli kararlara ve yatırım programlarına rehberlik sağlamak, toplumun havzaların ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel fayda ve hizmetleri ile ilgili ihtiyaç ve beklentilerinin yeterli düzeyde, koruma-kullanma dengesi gözetilerek, sürdürülebilir olarak karşılanması için yapılacak çalışmalara planlı ve ortak bir yol göstermek maksadıyla, Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın koordinasyonunda "Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023)" hazırlanmıştır. 4 Temmuz 2014 Tarihli 29050 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

3.2 Mevcut Durum

Yukarıda verilen, su havzaları yönetimiyle ilgili olarak alınan kararlar ve direktifleryürürlükte olmakla birlikte; kamu kurum ve kuruluşları su havzalarındaki faaliyetlerinde genel olarak, dış kaynaklı projeler haricindeki faaliyetlerinde; gerek planlama gerekse uygulamalarında, bağımsız ve tek merkezli çalışmaktadır.Bu projeler genellikle belirli fiziki sonuçları hedefleyen, mühendislik işlerine odaklı, toprak ve su kullanımına dönük yaklaşımları içermektedir, projelerde, faaliyet cins ve miktarlar planlanırken, çevresel ve biyoçeşitlilik sonuçları ve sosyal gereklilikler çok fazla dikkate alınmamaktadır.Örneğin, Ormancılık sektörü bir su havzasında erozyonun ve sellerin önlenmesine yönelik birçok faaliyet yapsa da tek başına erozyonu istenilen seviyeye indirememekte, havzada yetki ve sorumluluğu bulunan diğer sektörlerinde faaliyetlere katılımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu ihtiyaç bilinmekle birlikte kurumlar, birkaç dış kaynaklı proje ve sektörel olarak fazla çeşitlendirilemeyen uygulamalar dışında, kurumsal yapı ve mevzuattan da kaynaklanan zorunluluklardan dolayı, yeteri kadar kırsal kalkınma ve rehabilitasyon odaklı, katılımcı ve entegre proje uygulayamamaktadır.

4. HAVZA ÖLÇEĞİNDE PLANLANAN ENTEGRE PROJELER

4.1 Neden Entegre Proje

- Son yıllarda projelerden beklenen faydaların çoğalması ve buna bağlı olarak yerel talepler artması,
- Proje yapımı ve uygulamalarının daha çeşitli ve karmaşık bir hale gelmiş bulunması,
- Projeler yapılırken; sosyal, ekonomik, çevresel, kültürel, politik vb.. değerlerin de dikkate alınmaya başlanmış olması,
- Türkiye'nin 25 Ana Su Havzasına bölünmüş olması, buna bağlı olarak yapılacak projelerin havza bütünlüğü içerisinde yapılma zorunluluğu ortaya çıkmış olması,

- Proje uygulama alanlarının ve faaliyetlerinin birden fazla devlet kuruluşunun yetki ve sorumluluk alanında kalması,
- Devlet kurumlarının yanında yerel halkın ve sivil toplum kuruluşlarının da projelerin gerek yapımı gerekse uygulama aşamalarında katılımlarının bir bakıma zorunlu hale gelmiş olması,

Ve benzeri nedenlerden dolayı, özellikle havza ölçeğinde yapılacak plan yada projelerde **«entegre ve katılımcı yaklaşım»** bir bakıma zorunlu hale gelmiş bulunmaktadır.

4.2 Projelerinin Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken Kriterler

- Doğal kaynak bozulmasının şiddeti,
- Doğal kaynakların rehabilitasyonunun yapılabilme potansiyeli,
- Havzadaki doğal afet riskleri,
- Erişilebilirliği,
- Kırsal yoksulluk düzeyi,
- İnsan kaynağı potansiyeli,
- Tarım, hayvancılık ve diğer gelir getirici faaliyetlerin geliştirilmesi potansiyeli,
- Köy içi ve köyler arası sosyal uyum,
- Yerel halkın projeye katılma ile ilgili istekliliği,
- Faaliyetlerin sürdürülebilir şekilde uygulanabilme potansiyeli,
- Proje uygulamalarının sonuçlarının izlenebilirliği

4.3- Genel Amaçlar

- Proje sahasında bulunan, orman, mera, toprak, su ve diğer doğal kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak,
- Çeşitli gelir getirici faaliyetler ile yöre insanının yaşam kalitesini ve gelir seviyesini sürdürülebilir şekilde arttırıp doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı hafifletmek,
- Doğal kaynakların rehabilitasyonu, korunması ve geliştirilmesi ile; çölleşme ile mücadele iklim değişikliğine uyum ve biyolojik çeşitlilikle ilgili olumlu faydalar elde etmek.
- Yörede bulunan doğal ve kültürel kaynakları geliştirerek doğa sporları ve kültür turizminin gelişmesine katkı sağlamak,
- Proje sahasında bulunan, odun dışı tıbbi ve aromatik orman ürünlerinin envanterini çıkartarak faydalanılmalarını düzenlemek.

- Ağaçlandırma, mera ıslahı, bitkilendirme ve diğer vejetasyon geliştirici faaliyetlerle, karbon tutumunu arttırarak sera gazı emisyonunun azaltılmasına katkı sağlamak.

4.4- Ulaşılmak İstenen Genel Hedefler

- Bozulmaya uğramış orman alanlarının rehabilitasyonu, korunması ve geliştirilmesi,
- Erozyon, sel, taşkın vb. doğal afet tehlikelerinin bertaraf edilmesi yada azaltılması,
- Bozulmaya uğramış meraların;iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği,
- Bozulmuş ekosistemlerin ıslah edilmesi,
- Havzadaki su üretiminde kalite ve miktarın arttırılması,
- Yanlış arazi kullanımı önlenmesi,
- Yerel faaliyetler ile küresel faydalar elde edilmesi,
- Çölleşme ve iklim değişikliğine karşı olumlu sonuçlar elde edilmesi,
- Bilinç ve farkındalık yaratılması,
- Eğitim faaliyetleri ve demostrasyonlar yapılması,
- Mevcut sulama altyapısının iyileştirilmesi,
- Tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği,
- Hayvancılığın geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması,
- Arıcılığın desteklenmesi ve organik bal üretiminin geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği,
- Odun dışı orman ürünleri envanteri ve sürdürülebilir kullanımı,
- Çiftlik dışı gelir getirici faaliyetlerin geliştirilmesi,
- İyi tarım uygulamalarının geliştirilmesi,
- Yöre halkının gelir seviyesinin ve refahının arttırılması
- Odun tüketiminde tasarruf sağlayan uygulamaların yaygınlaştırılması,
- Çiftçi pazar araştırması ve fizibilite çalışmaları,
- Köyden kente göçün önlenmesi
- Karbon tutumu ve sera gazları salınımının azaltılmasına katkı sağlanması
- Yaban hayatı yaşam alanlarının korunması ve geliştirilmesi,
- Doğa sporlarının ve kültür turizminin geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği,

5. GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE HAVZA YÖNETİMİNDEKİ TEMEL FARKLILIKLAR

Su havzası yönetiminde ve bu maksatla uygulanan projelerde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında bazı temel farklılıklar mevcuttur, bu farklılıklar çizelge 2 de özet olarak verilmiştir.

Çizelge:2 Havza Yönetiminde Temel Farklılıklar

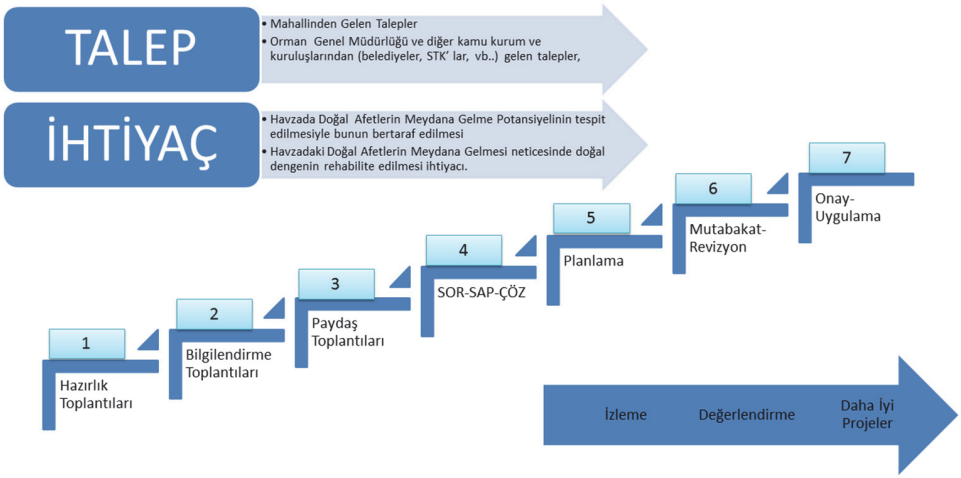
KONULAR	GELİŞMİŞ ÜLKELER	AZ GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER
Havza Yönetiminin Genel Amacı	• Su kalitesinin ve miktarının artırılması ve geliştirilmesi, • Biyolojik çeşitliliğin, ekonomik türlerin korunması ve geliştirilmesi, • Yaban hayatının korunması ve sürdürülebilirliği	• Erozyonun önlenmesi, sel ve taşkın kontrolü • Ormanların korunması ve geliştirilmesi, • Meraların ıslahı • Tarımsal üretimin geliştirilmesi • Gelir seviyesinin yükseltilmesi
Havza rehabilitasyonundan sağlanan fayda	• Havzaiçindençokhavzadışıinsanlarayönelik	• Genellikle havza içi insanlarına yönelik
Arazi kullanımı	• Doğal kaynakların kullanılmasında, koruma ve kullanma dengesi hakim.	• Orman ve mera tahribatı, yanlış tarım, yamaç tarımı
Havzanın nüfus yoğunluğu	• Az	• Yoğun, çok yoğun
Altyapı	• Yollar standart, elektrik ve şebekeli içme suyu mevcut. • Isınma kömür ve elektrik	• Yollar toprak ve stabilize. • Elektrik genellikle mevcut • Şebekeli içme suyu az, çoğunluk çeşmeli. • Isınma çoğunlukla odun ve tezek.
İnsanların sosyal ve ekonomik durumu	• Okumuş, kendini geliştirmiş zengin büyük topraklı çiftçiler • Ahır hayvancılığı son derece gelişmiş. Büyük hayvan çiftlikleri hakim	• Az okumuş, fakir, küçük topraklı çiftçiler ve köylüler • Sürü hayvancılığı hakim • Az gelişmiş ahır hayvancılığı
Mülkiyet	• Mülkiyet belirli, kadastro tamamlanmış. • Tarım, orman ve merada özel mülkiyet hakim • Tarım alanları büyük ölçekte	• Mülkiyette Devlet-halk işbirliği yaygın • Orman ve meralarda Devlet mülkiyeti • Tarım, çok parçalı ve küçük arazilerde. • Özel mülkiyet yanında Devlet mülkiyetinde olupta tarım yapılan önemli ölçekte arazi mevcut

6. ENTEGRE HAVZA PROJELERİNDE KATILIMCI YAKLAŞIM

Katılım kelime anlamıyla "Bir süreç ya da duruma; isteyerek katılma, işi üstlenme ya da bir olayda etkin olma", **katılımcılık** ise, "projeyi yapanlar ve projeden etkilenen kişilerin projenin her aşamasında; görüş, emek, para ve diğer her türlü destekleri şeklinde projeye iştirak etmeleri" olarak ifade edilebilir.

Katılımcı yaklaşımla üretilen projelerde proje faaliyetlerinden etkilenen tüm halkın bir araya gelerek sorunlarını serbestçe dile getirip tartışılabildiği toplantılar yapılmalıdır.Toplantılarda, tüm sorunlar dinlenmeli çözümler ortaya konulmalı, sorunların çözümü, katılımcıların ortak fikirleri ve kabulleriyle belirlenmelidir. Bu tip katılımcılıkta projenin paydaşı devlet kuruluşları da, sorun ve çözüm belirleme toplantılarına katılmalı ve görüş bildirmelidir. Ancak zorlayıcı çözümler önermemelidir. Köylüler projenin başarısı için, planlama ve uygulama aşamalarında da aktif olarak yer almalıdırlar.

6.1- Havza Projelerinde Katılımcılığın Aşamaları Nasıl Olmalıdır



6.1.1-Toplantılar

6.1.1.1- Merkezde Kurumsal Hazırlık Toplantılar: Projeden sorumlu kurumların bir araya gelerek yapılacak projeyle ilgili görüş alışverişinde bulunmaları ve projeyle ilgili sürecin nasıl olacağına karar verdikleri toplantılar (ÇEM ve OGM, İlgili Diğer Kurumlar) yapılmalıdır.

6.1.1.2- Yerelde Bilgilendirme Toplantıları: Projeyle ilgili köylere gidilerek görüşmeler yapılması ve yerel halka ön bilgi verilmesi şeklinde uygulanmalıdır.

6.1.1.3- Yerelde paydaş toplantıları: Mülki amirlikler (Valilikler ve Kaymakamlıklar),Projeden etkilenen yerel halk temsilcileri (Muhtar ve azalar), mevzuat gereği proje sahasında yetki ve sorumlulukları bulunan devlet kurumları (Orman Genel Müdürlüğü yerel birimleri, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yerel birimleri, DSİ temsilcileri, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü yerel birimleri, vb.), proje faaliyetleriyle ilgilisi olan STK lar (Arı yetiştiricileri birliği, hayvan yetiştiricileri birlikleri, sulama birlikleri, vb..) ve ilgisi bulunan diğer kurum yada kurulularında davet edildiği projenin tanıtım ve bilgilendirmesini yapıldığı toplantılar.

6.1.2- SOR-SAP-ÇÖZ Çalışmaları

Hazırlık, bilgilendirme ve paydaş toplantılarından sonra, projenin yapımına başlamadan önce; sorunların ve çözüm önerilerinin belirlenmesi, çözümlere yönelik faaliyetlerin planlanması amacıyla köylerde yapılan toplantılardır, SOR-SAP-ÇÖZ toplantıları bayanlarla da ayrıca yapılmakta ve çıkan sonuçlar genel proje sorunlarına dahil edilmektedir.

SOR-SAP-ÇÖZ Katılımcı projelerde "**Etüt", "Envanter" ve "Sorun Analizi"** tekniği olarak yararlanılan bir yöntemdir.

SOR= Mevcut sorunların tespit et,

SAP= Önceliklerin sapta,

ÇÖZ= Çözüm önerilerinin ortaya koy,

Sor-Sap-Çöz Toplantılarında, ilgili köyde yaşayan insanların tamamının yada en azından çoğunluğu temsil edecek sayıda kişinin katılımı temel prensip olarak alınmaldır.



Fotoğraf:1 SOR-SAP-ÇÖZ Çalışması. (Şahin, S. 2016)

6.1.3- Planlama:

İlgili köylerdeki sorunlar Sor-Sap-Çöz tekniğiyle belirlendikten sonra, köy halkından ve uzmanlardan oluşturulan temas gruplarının planlanacak faaliyetleri beraber yerinde görerektespit ve projelendirilmesi şeklinde yapılmaktadır.

Çizelge:1 Örnek Temas Grupları Tablosu

Ormancılık ve Mera Temas Gurubu	**Tarımsa Faaliyetler Temas Gurubu**	**Sulama Temas Grubu**
Ormancı uzman	Tarımsal Faaliyetler Uzmanı	Sulama Uzmanı
Muhtar	Aza	Aza
Aza	Köyü iyi tanıyan Köylüler	Arazi sahiplerinden temsilci
Hayvan sahiplerinden temsilciler	İlgili kuruluşlardan katılmak isteyenler temsilciler	Çiftçi temsilcileri
Diğer kuruluşlardan katılmak isteyenler temsilciler		İlgili kuruluşlardan katılmak isteyenler temsilciler

6.1.4- Mutabakat ve Revizyon: SOR-SAP-ÇÖZ toplantıları ve arazi çalışmaları sonucunda oluşturulan taslak projenin, paydaşların görüşüne sunulması, planlanan faaliyetler konusunda; mutabakat, gerekiyorsa revizyonmaksadıyla projenin bağlı bulunduğu il yada ilçe merkezinde yapılmaktadır. Toplantıya tüm paydaş kurum, kuruluş, STK, lar ve köy temsilcileri davet edilerek katılımları sağlanmaktadır.

6.1.5- Onay ve Uygulama: Mutabakat ve Revizyon toplantıları sonucu taslak projenin kesin hale dönüştürülmesi ve onayını müteakip uygulayıcı kurumla birlikte yöre halkının da fiilen uygulamalara katılımı şeklinde gerçekleşmektedir.

6.1.6- İzleme ve Değerlendirme: Projenin uygulanmasına başlandıktan belirli bir süre sonra, proje yapımı aşamasında tespit edilen sosyo ekonomik durumun ve planlanan faaliyetlerin uygulanma oranı ve uygulamaların sonuçlarının yerel halkla beraber izlenmesi ve değerlendirilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir.

6.2- Katılımcı Yaklaşımla Planlanan Entegre Havza Projelerinde Planlanabilecek Genel Faaliyetler

Faaliyetler genel olarak 3 ana başlık altında toplanabilir;

6.2.1- Rehabilitasyon Faaliyetleri

Orman rehabilitasyonu, mera rehabilitasyonu, toprak rehabilitasyonu, yamaç ıslahı, dere ve oyuntu ıslahı, havzanın ihtiyacına göre belirlenecek diğer rehabilitasyon faaliyetleri.

6.2.2- Gelir Arttırıcı Faaliyetler

Küçük su kaynaklarının planlanması, tarımsal faaliyetler, hayvancılık, arıcılık, odun dışı ürün ve hizmetler, istihdam, havzaya uygun belirlenecek diğer gelir artırıcı faaliyetler.

6.2.3- Refah Arttırıcı Faaliyetler

Gübre yönetimi, dam örtülüğü/çatı/izolasyonu, güneş enerjili su ısıtma sistemi, çok amaçlı ısınma sistemleri, mesire yeri/kültürel alan planlaması, doğal ve kültürel planlamalar, eğitim ve kapasite geliştirme, havzaya uygun tespit edilecek diğer faaliyetler

7. YENİ NESİL ENTEGRE KATILIMCI HAVZA PROJELERİNDE BULUNMASI GEREKENLER ÖZELLİKLER

1. Yukarı ve aşağı havza çalışmalarıbirbirini destekleyici şekilde beraber planlanmalı ve uygulamalıdır.
2. Yukarı havza projelerinde aşağı havza bağlantıları ve etkileşimleri dikkate alınmalı, çalışılan mikrohavzalar yanında aşağı havzalarda meydana gelecek olumlu ve olumsuz etkiler ve dışsallıklar (özellikle su ve havza hidrolojisi üzerindeki) da dikkate alınmalıdır.
3. Doğal varlıkların ve kaynakların yönetimi (koruma, geliştirme, faydalanma) ile kırsal kalkınma faaliyetleri ve ilgili diğer çalışmalar beraberce planlanmalı ve uygulanmalıdır.
4. Planlama ve uygulama çalışmaları için baz olarak mikro havzalar alınmalı, çalışılacak mikrohavzalar, uygun kriterlere göre önceliklendirilmeli ve seçilmelidir.
5. Projeler katılımcı yaklaşımla yürütülmelidir (planlama, uygulama ve değerlendirmelerin paydaşların katılımı ve katkıları ile gerçekleştirilmesi).
6. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve restorosyonu konusu projelerin ana amaç ve stratejileri içinde yer almalıdır.
7. Projenin ekosistem hizmetlerine etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.
8. Proje planlamalarında; karbon ekonomisi, çölleşme ve arazi tahribatının dengelenmesi gibi hususlarda dikkate alınmalıdır.
9. Daha iyi projeler için mutlaka etkin izleme ve değerlendirme yapılmalıdır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Havzadaki doğal kaynaklar (su, toprak, bitki örtüsü) hayati açıdan son derece önemli olması yanında, kısıtlı, yerine konulamayan, yasal, kurumsal ve kullanım yönleriyle birçok paydaşa sahip bulunmaktadır. Ülkemiz havzalarında, gerek doğal nedenlerden gerekse insan faktörü etkisiyle bozulan dengenin yeniden düzeltilmesi ya da zararlı etkilerinin en az seviyeye indirilmesi ülkenin ve halkın geleceği açısından üzerinde önemle ve titizlikle durulması gereken bir zorunluluktur.

Bu konunun çözümü için, sorunun ana kaynağı durumundaki dağlık su havzalarında gereken önlemler yeterli kapsam ve boyutta ele alınmalı, konu; ilgili tüm kurum, kuruluş, STK ve yerel halkın öncelikli hedefi olmalıdır. Günümüzde, konuyla ilgili çalışmaların, nicelik ve nitelik bakımından özlenen düzeye ulaştığını söylemek mümkün değildir.

Havza ıslahı ve yönetimi çalışmaları; yaygın, önemli ve çok yönlü bir sorunun çözümü şeklinde düşünülecek olursa, katılımcı ve entegre bir yaklaşımla, güçlü bir koordinasyon çerçevesinde yürütülmesini sağlayacak yasal düzenlemelerin yapılması ve uygulanması zorunlu gözükmektedir.

Sonuç olarak; Havzalarda yıllardır süregelen doğal kaynak ve çevresel tahribat sürecini durdurmak, toprağın, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının verimliliğini ve kalitesini korumak ve geliştirmek, havzadaki fauna ve floranın korunmasını ve durumlarının iyileştirilmesini sağlamak, alt havzalardaki kullanıcılara sunulan havza hizmetlerini havzanın ekosistem bütünlüğüne zarar vermeyecek biçimde azami seviyeye çıkarmak, havzada yaşayan düşük gelirli kırsal nüfusun gelir ve refah düzeyini yükseltmek ve ülkemizin genel kalkınmasına destek olabilmek amaçları doğrultusunda,

1) İlgili tüm sektörlerce kabul gören ortak bir havza tarifi yapılmalıdır,
2) Havza yönetimi için, uygulanabilir ve ortak bir mevzuat geliştirilmeli ve yasalaştırılmalıdır,
3) Havza yönetimi konusunda değişik meslek gruplarından yeterli bilgi ve deneyime sahibi personel yetiştirilmesine ve özveriyle çalışmalarının sağlanmasına önem verilmelidir,
4) Havza ölçeğinde entegre, katılımcı ve sürdürülebilir projelerin yapılmasına ve uygulanmasına önem ve öncelik verilmelidir,
5) Halkın entegre projelere azami ölçüde fiilen katılımı sağlanmalıdır,

Kaynaklar:

Atalay, İ. 1980 Türkiye ve Dünyanın ana Akarsularından Taşınan Yüzer Haldeki Sediment Miktarları. Ormancılık araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 26, No:52

B. P. D.1969 Türkiye'de Tabii ve Beşeri Kaynakların İllere Göre Dağılımı. İmar ve İskan Bakanlığı Planlama ve İmar Genel Müdürlüğü Bölge Planlama Dairesi Yayını, Ankara

DSİ 1970/a Türkiye İstikşafi Arazi amenajmanı Raporu Cilt II, Ankara

Oakes, H. 1958 Türkiye Toprakları T.Y.Z.M.B. Yayını, Sayı 18, İzmir

Uzunsoy, O.; Görcelioğlu, E. 1985 Havza Islahında Temel İlke ve UygulamalarİstanbulÜniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:3310

Ulusal havza yönetim stratejisi (2014-2023) 4 Temmuz 2014 tarihli 29050 Sayılı Resmi Gazete

TÜRKİYE YAĞIŞLARININ ÖZELLİKLERİ VE RUSLE-R FAKTÖRÜ

Evren ÇETİN[1], Suat ŞAHİN[2], Kenan İNCE[3], Reşat AKGÖZ[4], Ali KÜÇÜMEN[5], Günay ERPUL[6]

[1,2,3,5]Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

[4,6]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

ÖZET

Ülkemizde her yıl binlerce ton toprak erozyon nedeni ile denizlere taşınarak ya elden çıkmaktadır ya da yok olmaktadır. Ülke geneline ait değerler, ortalama erozyon miktarı olarak verilmekte ve erozyonun, herhangi bir hesaplama yöntemine dayalı olarak, su havzaları, alt havzalar ve mikro havzalar ölçeğinde konumsal dağılımı bilinmemektedir. Ülkemizde erozyon sonucu meydana gelen toprak kayıplarını ortaya koyabilmek için Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (RUSLE) modeli kullanılmış ve meydana gelen toprak kayıpları tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma RUSLE model parametrelerinden Yağışın Aşındırma Gücü (R) faktörü ülke ölçeğinde belirlenmesine yöneliktir. Veri tabanı, ülke geneline yayılmış ve düzenli yağış ölçümlerinin alındığı toplam 329 adet otomatik meteorolojik gözlem istasyonunun (OMGİ) dakikalık yağış verileridir. 2005-2014 yılları rasatları incelenmiş ve gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalarda yağış miktarının gün içerisindeki zamansal dağılımı esas alınmıştır.

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde elektronik ortamda kayıtları bulunan 2005-2014 yılları arasında oluşan her bir yağışın enerjisi (E) ve şiddeti (I) hesaplanmıştır. Sonuçta da, ülke genelinde her bir istasyon ölçeğinde ExI_{30} (MJ mm ha^{-1} saat^{-1} y^{-1}) değerlerinin matematiksel çarpımı olarak hesaplanan RUSLE–R değişkeni ve ilgili parametreler belirlenmiştir. Ülkemizin erozyon oluşturma potansiyeli yüksek yağışları Rize'de 6957,15 MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} gerçekleşmiş olup bu ilimizi Pazar ve Marmaris ilçeleri takip etmektedir. En düşük 43,02 MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} ile Van Erciş'de gerçekleşmiştir. İç kesimlerde ise 45 MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} ile 400 MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} arası enerjili yağışlar meydana gelmektedir. Gelecek yıllarda değerlendirmeye alınacak olan OMGİ sayısı artacağından sonuçların güncellenmesi gerekmektedir.

***Anahtar Kelimeler**: Erozyon, Yağış, RUSLE, R-Faktör*

CHARACTERISTICS OF RAINFALL AND RUSLE-R FACTOR IN TURKEY

Evren ÇETİN[1], Suat ŞAHİN[2], Kenan İNCE[3], Reşat AKGÖZ[4], Ali KÜÇÜMEN[5], Günay ERPUL[6]

[1,2,3,5]Ministry of Forestry and Water Affairs- General Directorate of Combating Desertification and Erosion

[4,6]Ankara University Faculty of Agriculture

ABSTRACT

In Turkey, tons of soil which are transported to seas due to erosion is either lost or disappears annually. Countrywide evaluation of erosion is performed as mean annual soil loss by erosion and this amount is not spatially distributed over watersheds, sub-watersheds and micro watersheds scale. In order to measure total soil loss occurring in our country Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) was used.

The study aims to determine Rainfall Erosivity Factor (R), which is one of the parameters of RUSLE, in Turkey. We have collected one-minute rainfall data from total of 329 automatic weather observation stations (OMGİ) that are distributed country wide and measure rainfall regularly. Observations from 2005 to 2014 have been examined and necessary calculations have been done. In the calculation process, the rainfall distribution in a day has been mainly taken into consideration.

From the rainfall data between 2005 and 2014, which are recorded by Turkish State Meteorological Service electronically, each rainfall's energy (E) and intensity (I) have been calculated. In conclusion, RUSLE-R factor has been determined for each weather station by mathematical multiplication of (ExI_{30}, MJ mm ha^{-1} hour^{-1} y^{-1}) and related parameters have also been determined. In our country, the rainfall whose energy is the highest (6957,15 MJ mm ha^{-1} hour^{-1} y^{-1}) has occurred in Rize. Pazar and Marmaris districts followed Rize province. Minimum rainfall energy (43,02 MJ mm ha^{-1} hour^{-1} y^{-1}) has occurred in Ercis district of Van province. In the interior of the country, the rainfall energy ranges from 45 MJ mm ha^{-1} hour^{-1} y^{-1} to 400 MJ mm ha^{-1} hour^{-1} y^{-1}.

***Keywords**: Erosion, Rainfall, RUSLE, R-Factor,*

1.GİRİŞ

Ülkemizde her yıl binlerce ton toprak erozyon nedeni ile denizlere taşınarak ya elden çıkmaktadır ya da yok olmaktadır. Ülke geneline ait değerler ortalama erozyon miktarı olarak verilmekte ve erozyonun, herhangi bir hesaplama yöntemine dayalı olarak, su havzaları, alt havzalar ve mikro havzalar ölçeğinde konumsal dağılımı bilinmemektedir. Buna bağlı olarak, potansiyel erozyon tehlikesi gösteren alanlar da tam olarak tespit edilememektedir. İklim Değişikliği, Havza Bazlı İzleme Sistemleri ve Arazi Bozulumunun Dengelenmesi (Land Degradation Neutrality (LDN)) gibi olguların önem kazandığı günümüzde toprak kayıpları Arazi Verimlilik İndeksi, Toprak Organik Karbon Stoku vb. değerlerin elde edilmesi, değerlendirilmesi ve izlenebilmesi için önem arz etmektedir.

Bu nedenlerden dolayı, bilimsel ve model tabanlı çalışmalar yardımıyla erozyon kontrol çalışmalarını planlamak, korumalı doğal kaynak kullanımını sağlamak, mühendislik çalışmalarında kullanılmak üzere tahmini sediment miktarlarını ve erozyon değerlerini doğruya en yakın bir şekilde tespit etmek büyük önem taşımaktadır. Su erozyonu süreçlerini fiziksel olarak iyi bir şekilde temsil edebilen ve su havzalarında sediment miktarının tespiti konusunda işlevselliğe sahip bir yöntemin uygulanması ve yöntemin gerektirdiği veri tabanlarının oluşturulması ülkemiz açısından önemli hedefler arasındadır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkesel, bölgesel veya havza ölçeğinde, toprak erozyonun tehlikesini niteliksel veya niceliksel olarak değerlendirmede kullanılan muhtelif matematiksel modeller bulunmaktadır (Morgan 1995, Yassoglou et al. 1998, Montier et al. 1998, Kirkby ve King 1998). Bu yaklaşımlardan USLE (Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği/Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier and Smith 1978) veya RUSLE (Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği/Revised Universal Soil Loss Equation) yaygın bir şekilde farklı ölçeklerde uygulanabilen ve daha az veri gereksinimi olması sebebiyle son zamanlarda en sık kullanılan modellerden bir tanesi olarak değerlendirilmektedir.

Bu hususlara ek olarak USLE/RUSLE, ülkesel, bölgesel ve havza ölçeğinde yapılması düşünülen çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile uyumlu bir şekilde kullanılabilmektedir (Kinnell 2001, Ouyang and Bartholic 2001, Martin et al. 2003, Wang et al. 2003).

Söz konusu bu çalışmanın temel amacının, Türkiye genelinde yağışların enerji ve şiddetlerinin RUSLE tahmin yönteminin öngördüğü biçimde hesaplanması ve değerlendirmesi (RUSLE-R) olması nedeniyle, "yağış aşındırma enerjisi" ne yönelik çalışmalardan da bu bölümde bahsetmek yerinde olacaktır.

Yağışların enerjisi; yağış miktarı ve şiddetinin bir bağıntısıdır. Bu kapsamda Wischmeier ve Smith (1958)'e göre yağmur damlası orta değeri yağış şiddeti ile artış göstermektedir. Durgun havada serbest olarak düşen yağmur damlalarının terminal hızları da damla büyüklüğü ile artmaktadır (Gunn and Kinzer, 1949). Belirli bir büyüklükte hareket halindeki yağmur damlasının enerjisi, düşme hızının karesi ile orantılı olduğu için, yağış enerjisi doğrudan damla hızı ile ilişkilidir.

Yağış enerjisi ve şiddetlerinin belirlenmesi üzerine Türkiye'de ilk çalışmalar Güçer (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile yağışların toplam kinetik enerjileri ve 30 dakikalık en yüksek yağış şiddetleri birlikte değerlendirilmiştir. 1957-1969 yılları rasatlarına göre incelenen yağış verileri, toplam 55 iklim istasyonu için hesaplanmış ve USLE-R değişkeni belirlenmiştir. Doğan (1987) ise 1957-1982 yılları arasında toplam 60 iklim istasyonunun yağış zaman-derinlik eğrisini inceleyerek, USLE-R değişkeni haritasını hazırlamıştır. Doğan (2002), önceki çalışmayı Türkiye'deki 96 meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllar yağış verilerini değerlendirerek genişletmiş, bahsedilen bu istasyonlarda gözlenen yağış değerlerinin erozyon oluşturma güçlerini ve USLE-R eşitliğini hesaplamıştır.

En son Türkiye'deki 1993-2004 yılları arasındaki rasatlar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencisi Kaya (2008) tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak çalışılmıştır. Bu çalışmanın özgünlüğü, Türkiye USLE-R haritasının, RUSLE-R verileri ile güncellenmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada, elektronik ortamda bulunan toplam 252 iklim istasyonu için kayıt edilmiş günlük yağış verileri değerlendirilerek RUSLE-R hesaplanmıştır. Yine, bu çalışma Türkiye USLE-R yüzeyi ile karşılaştırıldığında, ülke üzerinde dağılmış daha çok iklim istasyonu ve daha fazla günlük yağış verisi ile çalışıldığı ve yağış analizlerinin görece daha geniş bir veri tabanına dayandırıldığı görülmektedir.

RUSLE-R'nin hesaplanması; Modifiye-edilmis Fournier İndisi (MFI), Yağış Yoğunluk İndisi (YYI) ve Mevsimsellik İndisi (MI) gibi yağış değişikliğini ifade eden indisler ile karşılaştırıldığında daha zor olduğu bilinmektedir. RUSLE-R, yağışların kinetik enerjisi, şiddeti ve 30 dakikalık en yüksek yağış şiddetinin bilinmesini gerektirmesine karşın, bu indisler sadece yağış miktarından kolaylıkla hesaplanabilmektedir (Gabriels et al. 2003).

Ülkemize ait otomatik meteorolojik gözlem istasyonu verileri kullanılarak elde edilen yağışın aşındırma gücü faktörü (RUSLE-R) verileri Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (EU-JRC) tarafından hazırlanan "Yüksek Çözünürlüklü Yağış Verileri Kullanılarak Yağışın Aşındırma Kuvvetinin Küresel Değerlendirmesi" çalışmasında kullanılmıştır (Panagos et. al. 2017)

RUSLE yöntemi ile toprak ve su korumalı doğal ve tarımsal sistemlerin oluşturulabilmesi, ülkesel, bölgesel veya havza ölçeğinde, su erozyonu veri tabanlarının detaylı bir şekilde elde edilmesine doğrudan bağlı bulunmaktadır. Bu

veri tabanlarının başında, yağışın fiziksel özellikleri ile konumsal ve zamansal değişimleri gelmektedir. Erozyona yol açacak yağışların damla büyüklük dağılımları, vuruş enerjileri ve şiddetleri, konumsal ve zamansal olarak yoğunlaştıkları parametrik olarak belirlenmelidir.

Türkiye genelinde, yağışların mevsimsel ve bölgesel olarak çok fazla değişiklik gösterdiğinin bilinmesine karşın (Türkeş 1998, Bayramin vd. 2007), bu özelliklerin niceliksel olarak yağış değişim indisleri ile temsil edilmesi, toprak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi için kullanılan yaklaşım ve matematiksel eşitliklere veri oluşturması açısından önemli bir konu olmaktadır. Sonuç olarak, yağışların erozyon oluşturma yeteneklerinin veya iklimsel erozyon tehlikesinin belirlenebilmesi ve bunun toprak erozyonu ve koruma önlemleri üzerine olan etkisinin değerlendirilebilmesi için yağış değişkenliğinin analiz edilmesi ve anlaşılmasına duyulan ihtiyaç devam etmektedir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi

Toprak kayıplarındaki değişimin izlenmesi, alınan toprak koruma önlemlerinin etkisinin ortaya konulması havza bazlı planlamalarda önem arz etmektedir. Bu nedenle dinamik bir izleme sistemine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS) kurulmuştur. Söz konusu sistemle 5 yıllık periyotlar halinde yağışın kinetik enerjisinde meydana gelen değişimlerin toprak kayıplarına etkisi izlenecektir. Bu maksatla geliştirilen yazılım ile dakikalık yağış verileri sistem tarafından okunmakta yeni bir veri tabanı oluşturulmaktadır. Oluşturulan veri tabanı

RUSLE metodolojisine göre yağışları değerlendirmektedir.

Çalışma kapsamında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından dakikalık yağış verilerine sahip 329 otomatik gözlem istasyonu verileri değerlendirilmiştir. Yağış verileri istasyonlarda Tipping Bucket cihazı ile ölçülmektedir. Bu cihaz 0,2 mm haznesi olan 1 dakikada 60 defa doldur boşalt hareketi yaparak 12 mm ölçüm yapabilme kabiliyetine sahiptir. Yağış verileri değerlendirilirken ölçüm cihazının teknik özellikleri dikkate alınarak analizler yapılmıştır.

Otomatik gözlem istasyonundan gelen bu veriler ölçüm cihazının teknik hassasiyetleri dikkate alınarak veri tabanına aktarılmıştır. Akabinde elde edilen yeni data değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Yağışın erozyon oluşturma etmeni (R) için birçok araştırmacı farklı yaklaşımlar geliştirmiştir. Bireysel yağışların enerjisi (E, MJ ha^{-1}) ve şiddeti (I, mm $saat^{-1}$) sırasıyla Eş. [1] ve Eş. [2] ile hesaplanmıştır (Brown and Foster, 1987).

$$E = 0{,}29 \cdot \left(1 - 0{,}72e^{(0{,}05I)}\right)$$

[1]

3.2.Yağışların Birbirinden Ayırt Edilmesi

Öncelikle bireysel yağışların ortaya konulması gerekmektedir. Yağış erozyon oluşturma gücü RUSLE– R hesaplarına temel oluşturan bu çizelgenin elde edilmesinde dikkat edilen hususlar aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır (Renard et al. 1997).

*6 saat veya daha fazla yağışsız bir zaman dilimi ile birbirinden ayrılan veya bu 6 saatlik zaman diliminde birbirinden 1,27 mm'den az yağışla ayrılan yağışlar öncesi ve sonrası müstakil iki ayrı yağış olarak değerlendirilmiş ve ayrı ayrı hesaplanmıştır.

*Toplam yağış miktarı 12,7 mm'den küçük olan yağışlar analizlerin dışında bırakılmıştır; Ancak, eğer bu yağış boyunca herhangi bir dönemde yağış şiddeti 15 dakikada 6,5 mm'ye ulaşmışsa (25 mm saat^{-1}), analizlere dâhil edilmiştir. Bu durumda 30 dakikalık maksimum intensitelerin yanında, 15 dakikalık maksimum intensitelerde hesaplanmıştır.

*I $\leq$ 76 mm saat^{-1} olduğu koşullar için Eş.[1] geçerlidir; Bu koşulun konulmasının en önemli nedeni yağış şiddeti 76 mm saat-1'den büyük olduğunda, yağmur damlası büyüklüğü orta değeri artış göstermemektedir (Carter et al. 1974). Im > 76 mm saat^{-1} olduğunda ise E = 0.293 olarak hesaplamalarda kullanılmıştır.

3.3. Yağışlarda Birim ve Toplam Kinetik Enerjinin Bulunması

Yağışların şiddetleri ve enerjileri arasında doğrusal bir ilişki olduğu yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Yukarıda bahsi geçen kriterler ile birbirinden ayrılan yağışlar için Eş.[2] yardımı ile intensiteler hesaplanır.

$$I = \frac{P_m}{t}$$

[2]

Burada, Pm: yağış miktarı (mm) ve t: yağış süresidir (saat). Herhangi bir yağışın USLE/RUSLE–R değeri veya birim yağış enerjisinin birim zamanda belirli bir yüzey alanına aktarmış olduğu enerji miktarı (Ri, MJ ha^{-1} mm saat^{-1}), ilgili yağışın enerjisi ile 30 dakikalık en yüksek şiddetinin (I_{30}, mm saat^{-1}) çarpılması neticesinde belirlenmektedir (Eş. [3]).

$$R_i = E_i \cdot (I_{30})_i$$

[3]

USLE/YUSLE–R, bir yıl içerisinde oluşan erozyona neden olabilecek her bir yağışın Ri değerinin toplamından oluşur (Eş. [4]):

$$R_y = \sum_{i=1}^{m} R_i = \sum_{i=1}^{m} (E_i \cdot I_{30})_i$$

[4]

Burada, Ry: yıllık toplam enerji akış değeridir (MJ ha^{-1} mm $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$) ve "m" yıl içerisinde oluşan ve hesaplama koşullarını sağlayan toplam yağış sayısıdır. Uzun yıllar ortalaması olarak USLE/RUSLE

– R değerleri ise Eş. [5] ile hesaplanmıştır:

$$R = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \left[\sum_{i=1}^{m} (E_i \cdot I_{30})_i \right]$$

[5]

Burada, N: hesaplamaların yapıldığı toplam yıl sayısıdır. Türkiye genelinde 329 Yağış İstasyonunda noktasal olarak saptanan uzun yıllık ortalama (2005-2014) R değişkeni değerleri (MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$), jeo-istatistik yöntemleri ile CBS ortamında konumsal dağılımları en uygun kestirim (kriging) modeli ile temsil edilmiştir (Journel and Huijbregts, 1978; Trangmar et al., 1987) (Eş. [6]).

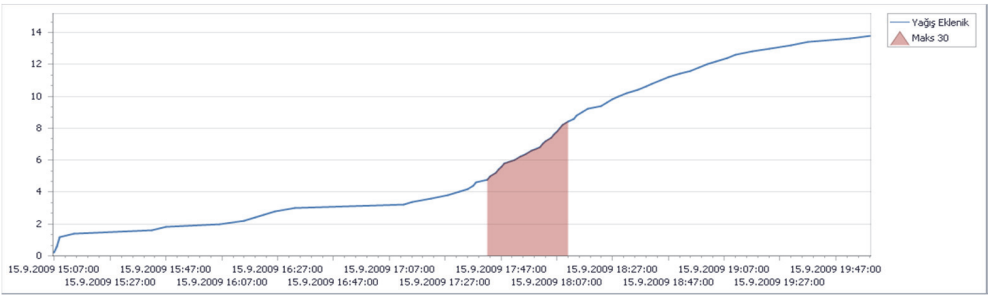
$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \left[z(x_i) - z(x_i + h) \right]^2$$

[6]

3.4. 30 Dakikalık Maksimum Yağış İntensitenin Bulunması

Eroziv yağışların kinetik enerjilerinin ortaya konulmasında yağış şiddetinin arttığı zaman diliminin ortaya konulması gerekmektedir. Yağışın 30 dakikalık maksimum şiddeti her bir yağış için çizilen yağış eğrisinde eğimin dik olduğu yerdeki 30 dakika içerisinde düşen yağış miktarının mm

Grafik 1: 17040 nolu Rize İstasyonu için Yağış Grafiği ve I_{30} Değerinin Bulunması



Hesaplanan 30 dakikalık maksimum intensite değeri saatliğe çevrilmiştir. Bulunan bu değer toplam kinetik enerji ile çarpılarak her bir yağış için RUSLE-R faktörü ortaya konulmuştur.

4.BULGULAR

4.1.Türkiye Yağışlarının Özellikleri

Ülkemizde meydana gelen yağışların çoğunluğu cephe yağışlarıdır. Yağışlar kıyı kesimlerden iç kesimlere doğru topografyanın etkisi ile azalmaktadır. Akdeniz ve Karadeniz kıyı şeritlerinde dağların uzanış yönü sebebiyle yağışlar iç kesimlere ulaşamazken, Ege kıyı şeridinde dağların uzanış yönü yağışların iç kesimlere kadar ulaşmasını sağlamaktadır. Özellikle cephelerin gidiş güzergâhlarının dağlar tarafından engellenmesi nedeniyle Doğu Karadeniz Bölümünün doğusunda ve Toros Dağlarının güneye bakan yamaçlarının iç kesimlerinde dağların gerisindeki vadilerde yağış miktarları ani düşüler meydana gelmektedir.

Genel olarak yağış miktarı ile yükselti arasında bir ilişki bulunur. Karadeniz kıyı kesiminde bulunan dağlarda yükseltiyle yağış artışı vejetasyon dönemi hariç yüksek değerlere ulaşmaz. Yükseklerde bulunan vadilerde yağış miktarında azalmalarda görülmektedir. Toros Dağları'nın güney kısımlarında yağış miktarı ve yükselti arasındaki ilişki daha belirgin ortaya çıkmaktadır. Güneydoğu Toroslarda yükselti ile doğru orantılı olarak güneyden kuzeye doğru artma eğilimindedir. Kuzey Anadolu dağlarında ise bu ilişki mevsimsel olarak özellikle yaz mevsiminde ortaya çıkmaktadır. (Atalay,2010)

Çalışma kapsamında değerlendirilen istasyon verilerine göre yağış miktarı 300 mm altında olan istasyonlar Iğdır (247,75 mm), Akçakale (262,91 mm), Uzundere (268,66 mm), Keban (271,43 mm), Balaban (273,46 mm), Aksaray (276,39 mm), Oltu (282,42 mm), Cihanbeyli (283,68 mm), Nusaybin (284,4 mm), Özalp (285,14 mm), Şereflikoçhisar (288,74 mm), Karapınar (296 mm) ve Ürgüp (299,66 mm) ile gerçekleşmiştir.

Diğer taraftan yağış miktarı 300 mm altında olan istasyonların yağış miktarının mevsimsel dağılımı incelendiğinde ilkbahar mevsiminde en düşük

Akçakale (55,96 mm) ile en yüksek Özalp'de (134,44 mm), yaz mevsiminde en düşük 4,4 mm ile Nusaybinde en yüksek 81,88 mm ile Oltu istasyonlarında gerçekleştiği görülmektedir. Sonbahar mevsiminde en düşük Nusaybin'de 37,68 mm ve en yüksek Cihanbeyli'de 77,85 mm, kış mevsiminde en düşük 24,95 mm Uzundere'de en yüksek Nusaybin istasyonunda 156,56 mm yağış ölçülmüştür.

Yağış miktarının 1500 mm yüksek olduğu istasyonlar sırayla Rize (2050,06 mm), Hopa (1943,12 mm), Pazar (1789,49 mm)'dır. Bu istasyonların yağışlarının mevsimsel dağılımına bakıldığında ilkbahar mevsiminde en düşük yağış Rize (289,28 mm) ile en yüksek Hopa (332,68 mm)'de, yaz mevsiminde en düşük Hopa (425,68 mm) ve en yüksek Rize (504,24 mm)'nin yağış aldığı görülmektedir. Sonbahar mevsiminde en düşük Pazar (664,29 mm) ve en yüksek Rize (728,38 mm), kış mevsiminde ise en düşük Pazar (397,12 mm) en yüksek Rize (528,16 mm) yağış gerçekleşmiştir.

4.2.Türkiye Yağışların Erozyon Oluşturma Potansiyelleri

Türkiye bulunduğu konum nedeniyle farklı iklim tiplerinin geçiş güzergâhındadır. Türkiye'nin kıyı kesimleri özellikle Karadeniz ve Akdeniz kıyı şeridi yüksek enerjili yağışların etkisi altındadır. Ancak bu bölgelerin sahip oldukları arazi örtüsü nedeniyle söz konusu yüksek enerjili yağışların toprağa ulaşmasına engel olmaktadır. Yükseltinin fazla olduğu Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ise yağışların kar şeklinde olmasından dolayı düşük enerjili yağışlar görülmektedir.

Ülkemizin eroziv potansiyeli yüksek yağışları Rize'de 6957,15 MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$ gerçekleşmiş olup bu ilimizi Rize-Pazar ve Muğla-Marmaris takip etmektedir. En düşük 43,02 MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$ ile Van Erciş'de gerçekleşmiştir.

Yağışların aşındırma gücüne baktığımızda Doğu Karadeniz bölümünde ve Akdeniz bölgesinin sahil kesimlerinde yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu bölgelerin iç kesimler le bağlantısı kıyı şeridine paralel uzanan dağ silsileleri ile kesildiğinden yağışın aşındırma gücü kademeli olarak azalmaktadır. 2750MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$ ve üzeri değerler bu kıyı bölgelerimizde görülmektedir. Ege bölgesinde ve Batı Karadeniz bölümünde 700MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$ ile 2750 MJ mm ha^{-1} $saat^{-1}$ $yıl^{-1}$ arasında enerjili yağışlar meydana gelmektedir. Ülkemizin topoğrafyası nedeniyle bu bölgede dağların uzanış yönü, yağışların ve bu yağışlar ile meydana gelen aşındırma gücü orta şiddette olan enerjilerin iç kesimlere ulaşmasını sağlamıştır.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Yıl Sayısı	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	-
ΣR_{ay}	468.97	316.57	377.60	78.67	179.47	2887.67	4217.14	2498.80	10951.36	2692.13	2922.69	1150.70	28741.78
$\bar{R}_{ay}$	93.79	63.31	75.52	15.73	35.90	577.53	843.43	499.76	1825.23	538.43	584.54	230.14	5383.31
% $\bar{R}_{ay}$	1.74	1.18	1.40	0.29	0.67	10.73	15.67	9.28	33.91	10.00	10.86	4.28	100.00
(% $\bar{R}_{ay}$)$_E$	1.74	2.92	4.32	4.61	5.28	16.01	31.68	40.96	74.86	84.87	95.72	100.00	0.00
($\bar{R}_{ay}$)$_E$	93.79	157.11	232.63	248.36	284.26	861.79	1705.22	2204.98	4030.21	4568.63	5153.17	5383.31	5383.31
(R_{ay})$_{max}$	61.92	104.08	57.79	16.79	106.51	553.06	1651.54	882.68	2789.80	940.43	1147.47	189.67	8501.75
(R_{ay})$_{min}$	3.99	4.44	5.66	2.98	4.29	24.51	16.38	9.78	16.25	11.74	8.63	3.84	112.48
($\bar{R}_{ay}$)$_1$	60.23	33.37	49.12	9.27	9.45	156.17	436.94	203.91	895.62	338.52	350.89	156.69	2700.17
($\bar{R}_{ay}$)$_2$	33.57	29.95	26.40	6.47	26.45	421.36	406.49	295.85	929.61	199.91	233.65	73.45	2683.14
%($\bar{R}_{ay}$)$_1$	1.12	0.62	0.91	0.17	0.18	2.90	8.12	3.79	16.64	6.29	6.52	2.91	50.16
%($\bar{R}_{ay}$)$_2$	0.62	0.56	0.49	0.12	0.49	7.83	7.55	5.50	17.27	3.71	4.34	1.36	49.84

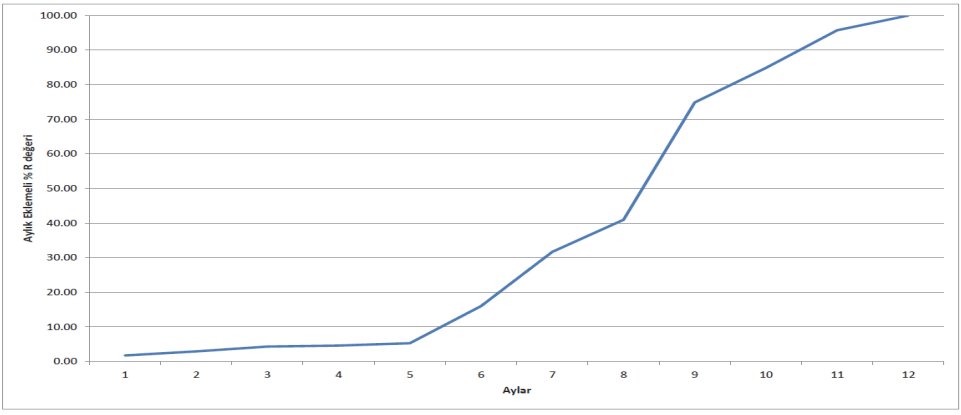
Çizelge 1.17042 Hopa OMGİ "R ve Yarım Aylık Ortalama R değerleri"(MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1})

İç kesimlerde ise 45MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} ile 400 MJ mm ha^{-1} saat^{-1} yıl^{-1} arası enerjili yağışlar meydana gelmektedir.

Kıyı kesimlerinde meydana gelen yüksek enerjili yağışların yüksek değerlerde toprak kayıplarına sebep olması beklenirken, bu bölgelerin sahip olduğu arazi örtüsü bu yüksek değerdeki enerjilerin toprağa ulaşmadan bitki örtüsü tarafından absorbe edilmesi nedeniyle beklenen etkiyi göstermemektedir. Ancak özellikle Karadeniz bölgesinde yüksek enerjili yağışlar sel ve heyelan olaylarının zamansal ve mekânsal etkilerini tetiklemektedir.

İç kesimlerdeki düşük enerjili yağışlar, bu bölgelerde meydana gelen toprak kayıplarında doğrudan toprak faktörünün etkisi altındadır.

Çizelge 2.17042 nolu Meteoroloji İstasyonu Aylık eklemeli % R grafiği



4.3.Türkiye Yağışlarının Erozyon Oluşturma Potansiyelleri

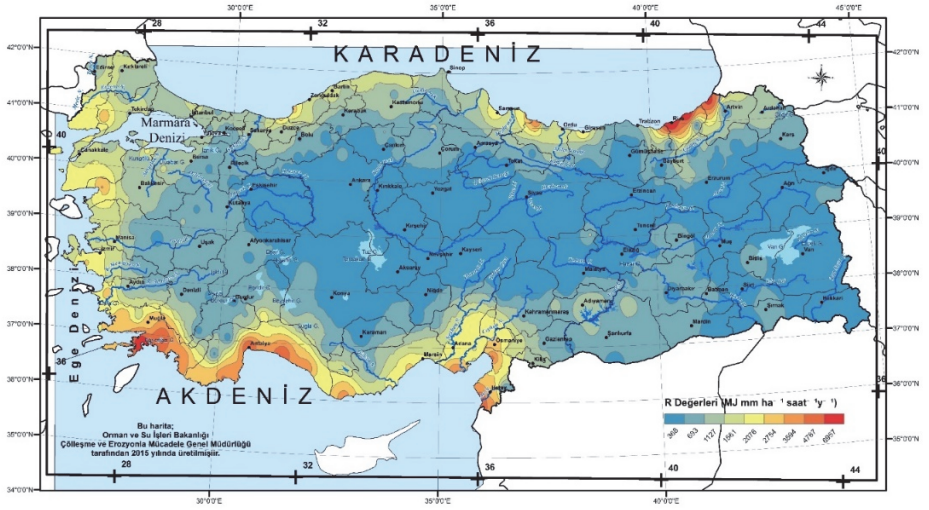
Eroziv potansiyeli en yüksek enerjili yağışlar Rize, Muğla, Artvin ve Antalya illerinde gerçekleşmiştir. En düşük enerjili yağışlar ise Van, Malatya, Aksaray ve Kayseri illerinde gerçekleşmiştir. Mevsimsel olarak yüksek enerjili yağışlara baktığımızda ilkbahar mevsiminde Adana, Antalya, Mersin illerinde, Yaz mevsiminde Rize, Ordu, Artvin, Samsun ve Hatay illerinde, Sonbahar mevsiminde Rize, Artvin ve Muğla illerinde, Kış mevsiminde ise Muğla, Antalya ve Mersin illerinde gerçekleşmiştir.

İlkbahar mevsiminde en düşük enerjili yağışlar Sivas, Kırşehir ve Aksaray illerinde, yaz mevsiminde en düşük Karaman istasyonunda, Sonbahar mevsiminde en düşük enerjili yağışlar Iğdır istasyonunda ve Kış mevsiminde en düşük enerjili yağışlar Iğdır istasyonunda gerçekleşmiştir.

4.4. Gerçekleşen Yağış Sayılarının Değerlendirilmesi

Yağış sayıları incelendiğinde en az yağış Gazipaşa'da en çok yağış ise Cide'de gerçekleşmiştir. Eroziv karakterde ise en az yağış Iğdır ve Özalp istasyonlarında en çok Rize'de olmuştur. İstasyonlarda gerçekleşen yağışlar içerisinde eroziv karakterde yağış en az Sarıkamış istasyonunda % 0,84, en çok ise Manavgat istasyonunda % 14,52 olmuştur.

En çok yağış adeti Cide istasyonunda olmasına rağmen yağış miktarı Rize ilimizde en yüksek değere ulaşmaktadır. Eroziv karakterde yağış sayısı Rize istasyonunda en çok iken tüm yağışlar içerisinde eroziv karakterde yağış yüzdesi en çok Manavgat istasyonunda gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Türkiye Yağışlarının Aşındırma Gücü (R) Haritası

5.TARTIŞMA ve SONUÇ

Ülkemiz yağışlarının aşındırma gücünü ortaya koyan bu çalışma ile yeknesak ve üniform olmayan yağışların aşındırma gücünü etkilediği görülmektedir. Özellikle ülkemizin geçiş ikliminde olması yağışlardaki düzensizliği etkilemektedir. Yağışın aşındırma gücündeki değişime bakıldığında özellikle yüksek değerlere ulaşan bölgelerde bu gücün toplamda yağan yağış miktarı ile ilgili olduğu, bazı bölgelerde iseyerel (mahalli) yüksek şiddetli yağışların yağış miktarının az olmasına rağmen yüksek aşındırma gücüne sahip yağışlar ürettiği tespit edilmiştir.

Ülkemizde yaşanan doğal afetler arasında ön sıralarda yer alan sel, taşkın ve heyelan olaylarının yüksek şiddetli yağışların ardından meydana geldiği özellikle toprağın infiltrasyon hızından yüksek hızlara sahip enerjili yağışların bu afetleri tetiklediği görülmektedir. Elde edilen verilerden yapılacak tekerrür analizleri hangi yağış miktarının veya enerji miktarının riski alanlarda limit değerler olduğu ortaya konulabilmektedir. Bu nedenle havza bazlı yapılacak çalışmalarda bu verilerin kullanılması önem arz etmektedir.

İklim değişikliği ve etkilerinin önem kazandığı günümüzde yağışın fazla olduğu kıyı bölgelerinde sıcaklık artışına bağlı yağış miktarlarında ve buna bağlı intensitelerde artış beklenmektedir. Ayrıca yağışın az olduğu özellikle iç bölgelerde anlık şiddetli sağanaklar beklenmektedir. Bu ani yağışlar suların havzalarda toplanma zamanını ve infiltrasyonu etkileyeceğinden sel, taşkın ve heyelan olaylarında artış beklenmektedir. Zamansal, mekânsal ve alansal analizler ile yağışın miktarındaki ve aşındırma gücündeki değişimin izlenmesi, iklim değişikliği etkilerinden ülkemizin daha az etkilenmesi amacıyla yapılacak planlamalarda önem arz etmektedir.

6. KAYNAKLAR

Amore, E., Modica, C., Nearing, M.A., Santoro, C.V., 2004. Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basins. Journal of Hydrology. Vol: 293, p. 100-114

Anonim, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. Toprak-Su Genel Müdürlüğü. Ankara.

Anonim, 1982. Türkiye Genel Toprak Haritası Sayısal Toprak Veritabanı. Türkiye Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi (UBM) Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 1987. Türkiye Genel Toprak Amenajman Planlaması. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara

Anonim, 1998. Tarım ve Mera Arazilerinin Yönetimi. Ulusal Çevre Eylem Planı. DPT, Ankara.

Anonim, 2005. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Çamlıdere Orman İşletme Müdürlüğü Çamlıdere, Benliyayla, Çamkoru ve Peçenek Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı 2005-2014. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2010. Sediment Modelinin Geliştirilmesi, Gediz Havzası Pilot Alan Uygulaması ve Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması. Teknik Rapor. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı ve Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Müdürlüğü, Ankara.

Anthoni, J. F. 2000. Soil geology. www.seafriends.org.nz/enviro/soil/geosoil.htm.

Atalay İ. 2010. Uygulamalı Klimatoloji

Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruma. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3947, Orman Fakültesi Yayınları No:439. İstanbul, Türkiye.

Basaran, M., Ozcan, A.U., Erpul, G., Çanga, M.R., 2006. Spatial variability of organic matter and some soil properties of mineral topsoil in Çankiri İndagi blackpine (Pinus nigra) plantation region. Journal of Applied Sciences, 6(2): 445-452

Boyce, R.C., 1975. Sediment routing with sediment delivery ratios. Present and Prospective Technology for ARS. USDA, Washington, D.C.

Brown, L.C., and Foster, G.R. 1987. Storm erosivity using idealized intensity distributions. Trans. ASAE 30 pp. 379-386.

Burrough, P. A. 1986. Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford.

CORINE, 1992. Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg.

Çanga, M., Erpul, G. 1994. Toprak İşlemeli Tarım Alanlarında Erozyon ve Kontrolü. Topraksu, 3(2), 14-16.

Çepel, N., 1996. Toprak erozyonu, ülkemiz boyutları ve orman-erozyon ilişkisi. TEMA Vakfı 8. Erozyon eğitim kursu notları, Adana, s.1-15.63

De Jong, S. M. (1994). Applications of reflective remote sensing for land degradation studies in a mediterranean environment. Nederlandse Gegrafische Studies 177.

De Jong, S. M., Brouwer, L. C. and Riezebos, H. Th. (1998). Erosion hazard assessment in the Peyne catchment, France. Working paper DeMon-2 Project Dept. Physical Geography, Utrecht University.

De Ploey, J. (1989). A soil erosion map for Western Europe. Catena Verlag.

De Roo, A. P. J. (1993). Modelling Surface Runoff and Soil Erosion in Catchments Using Geographical Information Systems; Validity and Applicability of the 'ANSWERS' Model in Two Catchments in the Loess Area of South Limburg (The Netherlands) and one in Devon (UK). Nederlandse Geografische Studies 157.

Desmet, P. J. J. and Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, 51, pp. 427–433.

Dogan, O. (2002). Erosive potentials of rainfalls in Turkey and erosion index values of universal soil loss equation (publication no. 220, report no. R-120). Ankara, Turkey: Publications of Ankara Research Institutes, General Directorate of Rural Service.

Doğan, O. 1987. Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri. (Erosive potentials of Turkey. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (Hrsg) – Ankara.

Doğan, O. Küçükçakar, N., 1996, Ankara Şartlarında Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği Parametreleri, KHGM Ank. Arş. Ens. Müd. Genel Yay. No:203, Ankara

Doğan, O., Güçer, Ç., 1976. Su Erozyonunun Oluşum Nedenleri ve Üniversal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması. T.C. Köyişleri Bakanlığı Yayın No: 41, Ankara.

Doğan, O., N. Küçükçakar, M.E. Özel and H. Yıldırım, 2000. Erosion risk mapping of Dalaman Basin located in West Mediterranean Region using Corine method. In International Symposium on Desertification, Konya, Turkey.

E.İ.E.İ 2006. Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü. Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri Yıllığı (1999-2005), Ankara.

EEA. 2000. CORINE land cover 2000. European Environment Agency http://image2000.jrc.it.

Eedy, W. 1995. The use of GIS in environmental assessment. Impact Assess. 13: 199-206.

Erdoğan, E.H., Erpul, G., Bayramin, İ., 2005. Use Of Usle For Predıctıng Soil Loss and Determining Conservation Practıces In An Agrıcultural Watershed. International Conference On " Water, Land And Food Security in Arid And Semi-Arid Regions". 6-11 September 2005 CIHEAM/Mediterranean Agronomic Institute of Bari, Italy.64

Erdoğan, E.H., Erpul, G., Bayramin, İ., 2007. Use Of USLE/GIS methodology for Predıctıng Soil Loss in a semiarid agricultural watershed. Environmental Monitoring and Assesment, 131:153-161.

Erpul, G., Bayramin, İ. Topçu Kaya, P. Saygın Deviren, S. 2009. Türkiye'de Su Erozyonu Çalışmaları İçin Uzun Dönem Meteoroloji Verileri Kullanarak Ulusal Ölçekte Yağış Enerji Ve Şiddetlerinin Belirlenmesi. Tübitak Proje No: ÇAYDAĞ 107Y155.

Evin, G, Erpul, G., I. Bayramin and M. Kibar, "Establishment of erosion measures as a part of the site-specific special area reinstatement plan of Baku-Tbilisi-Ceyhan Crude Pipeline Project – Lot B". International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development". June 7-10, 2004 Erzurum – Turkey (2004).

Fistikoglu, O., Harmancioglu, N.B. 2002. Integration of GIS with USLE in Assessment of Soil Erosion. Water Resources Management, 16 (6) 447-467.

Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (Eds.), 1995. USDA-water erosion prediction project: hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report #10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana, 298pp.

Foster, G. R., McCool, D. K., Renard, K. G., and Moldenhauer, W. C., 1981. Conversion of universal soil loss equation to SL metric units. J. Soil Water Conserv., 36: 355-359.

Güçer, C. 1972. Yağışların Erosiv Potansiyellerinin Hesaplanması ve Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No: 14. Teknik Yayın 11. Ankara.

Irvem, A., Topaloglu, F., Uygur, V. 2007. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. Journal of hydrology, 336, 30-37.

Jager, S. (1994). Modelling Regional Soil Erosion Susceptibility Using the Universal Soil Loss Equation and GIS. In: Rickson, R. J. (ed). Conserving Soil Resources, European Perspectives, pp. 161 – 177. CAB International.

Jain, S.K., Kumar, S., Varghese, J., 2001. Estimation of soil erosion for a Himalayan Watershed using GIS technique. Water Resources Management, Vol:15, p. 41-54.

Journel, A.G., Huijbregts, C.S., 1978. Mining Geostatistics. Academic Press, New York, p.600.

Karaca, A., Öztürk, H. S., Bayramin, İ., Erpul, G. Ve Suiçmez, B.K. 2008. Küresel ısınma ve ülkemiz tarımına etkileri. Türktarım, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi, 179. Pp. 24-29. 65

Kaya, P. 2008. Türkiye'de uzun dönem yağış verileri kullanılarak ulusal ölçekte RUSLE-R faktörünün belirlenmesi. Anakara Üniversitesi Fen Bİlimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Ankara.

KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü) (1986). 1/25000 Ankara İli Toprak Haritası, Türkiye. Sayısal Toprak Veritabanı: Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi, Türkiye.

Kinnell, P.I.A., 2000. AGNPS-UM: Applying the USLE-M within the agricultural nonpoint source pollution model. Environmental Modelling & Software, 15 (2000) 331-341, Australia.

Kinnell, P.I.A., 2001. Slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. Soil Till. Res., 58: 11–17.

Kirkby, M. J. and King, D. 1998. Summary report on provisional RDI erosion risk map for France. Report on contract to the European Soil Bureau (unpublished).

Kömüşçü, A. Ü., Dorum, A. ve Ceylan, A. 2003 Yağış Şiddeti ve Tekerrür Sürelerine Göre Sel ve Taşkın Riski Analizi. III. Atmosfer Bilimi Sempozyumu.

Lang, S. S. 2006. Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment. ChronicleOnline, Cornell University.

Lee, S. (2004). Soil erosion assessment and its verification using the universal soil loss equation and geographic information system: A case study at Boun, Korea. Environmental Geology, 45, 457–465.

Lufafa, A., Tenywa, M.M., Isabirye, M., Majaliwa, M.J.G., Woomer, P.L., 2003. Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS-based Universal Soil Loss model. Agriculturel Systems, 76: 883-894

Martin, A., Gunter, J. and Regens, J. 2003. Estimating erosion in a Riverine Watershed, Bayou Liberty – Tchefuncta River in Louisiana. Environmental Science and Pollution Research 4: 245-250.

Mati, B.M., Morgan, R.P.C., Gichuki, F.N.,Quinton, J.N., Brewer, T.R., Liniger, H.P., 2000. Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS: a case study of the upper Ewaso Ng'iro North basin of Kenya. JAG, 2(2):78-86

Mati, B.M., Veihe, A., 2001. Application of the USLE in a savannah environment: compsrstivr experiences from East and West Africa. Singapore Journal of Tropical Geography, 22(2):138-155

Millward, A. A. and Mersey, J. E. 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. Catena 38: 109-129

Molnar, D.K. and Julien, P.Y., 1998. Estimation of upland erosion using GIS. Computer and Geosciences, 24(2), p. 183-192.

Montier, C., Daroussin, J., King, D. and Le Bissonnais, Y. (1998). Cartographie vde l'alea "Erosion des Sols" en France, INRA, Orleans.66

Moore, I. D., & Burch, G. J. (1986a). Modeling erosion and deposition. Topographic effects. Transactions of the ASAE 29, 1624–1630, 1640.

Moore, I. D., & Burch, G. J. (1986b). Physical basis of the length–slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, 50, 1294–1298.

Morgan, R. P. C. (1995). Soil Erosion and Conservation. Second Edition. Longman, Essex.

Morgan, R. P. C., Morgan, D. D. V. and Finney, H. J. 1984. A predictive model for the assessment of soil erosion risk. Journal of Agricultural Engineering Research 30, pp. 245 – 253.

Ogawa, S., Saito, G., Mino, N., Uchida S., Khan, N. M., & Shafiq, M. (1997). Estimation of soil erosion using USLE and Landsat TM in Pakistan (ACRS 1–5). Retrieved from GIS development.net.

Ouyang, D. and Bartholic, J. 2001. Web-based GIS application for soil erosion prediction. ASAE, 260-263.

Ozcan, A.U., Erpul, G., Basaran, M., and Erdogan, E. H. 2008. Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass—Cankırı, Turkey. Environal Geology, 53:1731–1741.

Özden Ş., Özden D.M. 1998. Türkiye Toprak Erozyonu Tahmin Modeli – TURTEM. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Genel Yayın No:106.Ankara

Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Yu, B., Klik, A., Jae Lim, K., Yang, J.E., Ni, J., Miao, C., Chattopadhyay, N., Sadeghi, S.H., Hazbavi, Z., Zabihi, M., Larionov, G.A., Krasnov, S.F., Gorobets, A.V., Levi, Y., Erpul, G., Birkel, C., Hoyos, N., Naipal, V., Oliveira, P.T.S., Bonilla, C.A., Meddi, M., Nel, W., Al Dashti, H., Boni, M., Diodato, N., Van Oost, K., Nearing, M. ve Ballabio, C. 2017. Global

rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. Scientific Reports, 7, 4175.

Renard, K.G., Foster, G.A., Weesies, D.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703. USDA, Washington, DC.

Renfro, G.W., 1975, Use Of Erosion Equation and Sediment Delivery Ratios for Predicting Sediment Yield. In Present and Prospective Technology for Predicting Department of Agriculture, Washington D.C.

Romkens, M. J. M., Prasad, S. N., & Poesen, J. W. A. (1986). Soil erodibility and properties (pp. 492–504). Trans. 13th Congress of the Int. Soc. of Soil Sci., Hamburg, Germany.

Soil Survey Staff, (1951) Soil survey manual. Agriculture handbook No. 18. US Department of Agriculture. US Government Printing Office, Washington, DC

Toy, T. J. & Foster, G. R. (1998). In J.R. Galetevic (Ed.), Guidelines for the revised universal soil loss equation (Rusle) version 1.06 on mined lands, construction sites, and reclaimed lands. Suite 3320, 1999 Broadway, Denver, CO 80202-5733: The Office of Technology Transfer Western Regional Coordinating Center Office of Surface Mining.67

Trangmar, B.B., Yost, R.S., Wade, M.K., Uehara, G., Sudjadi, M., 1987. Spatial variation of soil properties and rice yield in recently cleared land. Soil. Sci. Soc. Am. J., 51: 668-674.

USDA, 1972. Sediment sources, yields, and delivery ratios. National Engineering Handbook, Section 3 Sedimentation.

Van Der Knijff, J.M., Jones, R.J.A. and Montanarella, L. 2000. Soil Erosion Risk Assessment in Europe, EUR 19044 EN, 34pp

Vanoni, V.A., 1975. Sedimentation Engineering, Manual and Report No. 54. American Society of Civil Engineers, New York, N.Y.

Wall, G. J., Coote, D. R., Pringle, E. A., & Shelton, I. J. (1997). RUSLEFAC—Revised universal soil loss equation for application in Canada. Ottawa, Canada: Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada.

Wang, G., Gertner, G., Fang, S., and Anderson A. B. 2003. Mapping multiple variables for predicting soil loss by geostatistical methods with TM images and a slope map. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 69: 889-898.

Wischmeier, W. H., Smith, D.D., 1965. Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: guide for selection of pratices for soil and water conservation planning. USDA, Agricultural Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington, DC., pp. 282.

Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss.Trans. AGU 39, pp. 285-291.

Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. No. 537.

Wischmeier, W.H., Johnson, C.B., Cross, B.V. (1971) A soil Erodibility nomograph for farmland and construction sites. J Soil Sci Water Conserv 26(5):189–193.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses–a guide for conservation planning. USDA, Agricultural Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington, DC., pp. 537.

Yassoglou, N., Montanarella, L., Govers, G., Van Lynden, G., Jones, R. J. A., Zdruli, P., Kirkby, M., Giordano, A., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J. And King, D. (1998). Soil erosion in Europe. European Soil Bureau.

TAHRİP EDİLEN KARASAL EKOSİSTEMLERDE BOZULAN TOPRAK VE SU KAYNAKLARIN REHABİLİTASYONUNDA YENİ BİR YAKLAŞIM: ARAZİ KULLANIM BİÇİMLERİNE DAYALI ENTEGRE EKOSİSTEM YÖNETİM PLANLAMASI (AKD-EEYP)

Prof. Dr. Ünal ASAN[1], Doç. Dr. Ali İhsan KADIOĞULLARI[2], Cemil Ün[3]
[1]İ.Ü. Orman Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi, *asanunal@istanbul.edu.tr*
[2]K.T.Ü Orman Fakültesi Öğretim Üyesi, *aliihsan33@gmail.com*
[3]Or. Yük. Müh., *cemilun@gmail.com*

Özet

Bu bildiride, iklim değişimi ve yoğun arazi kullanımının getirdiği arazi bozulumunun sonucu olarak; tarım, orman, mera ve sulak alan ekosistemlerinde gözlenen toprak ve su kaynakları arasındaki dengenin yeniden kurulması amacıyla uygulanan teknik işlemleri plan ünitesi bazında bütünleşik bir yaklaşımla ele alan yeni bir planlama sistem modeli tanıtılmıştır. Planlama sürecinde arazi kabiliyet ve kullanım biçimlerine dayalı sınıflandırmayı başlangıç alan ve plan ünitesi bütününde mevcut karasal ekosistemler arasındaki ilişki ve etkileşimleri yeni bir sistem modeli içinde ele alarak, toprak ve su kaynaklarının korunması ve rehabilite edilmesine dönük olarak; havza ıslahı, erozyon kontrolü, taşkın kontrolü ve akarsu rejiminin düzenlenmesi bağlamında plan ünitesinin neresinde ne yapılacağı, teknik işlemlerin seçim, öncelik ve uygulanışında hangi kriter ve göstergelerin esas alınacağıbelirtilmiştir. Çölleşme süreci ile bozulan doğal dengenin yeniden kurulabilmesi için gereken teknik işlemlerin ekosistem farklılığına bağlı kalmaksızın nasıl organize edileceği, hem ünite içindeki karasal ekosistemlerin işletme ve yönetim amaçlarını gözeten, hem de halen mevcut biyolojik çeşitliliği ve olası iklim değişikliğini dikkate alan"Arazi Kullanım Biçimlerine Dayalı Entegre Ekosistem Yönetim Planlama (AKD-EEYP)" sisteminingenel algoritması içinde açıklanmıştır. Plan ünitesinde mevcut alt havzalar itibariyle yürütülecek erozyon kontrolü ve rehabilitasyon çalışmalarının uzun vadeli stratejik ve orta vadeli operasyonel planlara göre nasıl şekillendirileceği; Konya Orman Bölge Müdürlüğü, Karaman Orman İşletme Müdürlüğü, Ereğli Orman İşletme Şefliği bazında gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Arazi sınıfları, Arazi bozulumu, Çölleşme, Havza ıslahı, Ekosistem yönetimi, Entegre planlama*

A New Approach to the Rehabilitation of Soil and Water Resources Degraded in Destroyed Terrestrial Ecosystems: Integrated Ecosystem Management Planning Based on Land Use Patterns (IEMP-BLUP)

Abstract

*In this declaration, as a result of land degradation brought about by climate change and intensive land use; a new planning system model has been introduced which takes an integrated approach to the technical process applied to reestablish the balance between soil and water resources observed in agriculture, forest, pasture and wetland ecosystems. In the planning process, the classification based on land capability and modes of use has dealt with the relationship and interactions between existing terrestrial ecosystems and plan unit within a new system model. Towards the protection and rehabilitation of soil and water resources within this system; it is stated in the context of basin rehabilitation, erosion control, flood control and stream regime regulation, where the plan unit will be located, which criteria and indicators will be taken as basis for selection, priority and implementation of technical operations. Desertification of the natural balance deteriorated with the process depends on ecosystem diversity of required technical processes to be re-established without the how to be organized, which oversees the terrestrial ecosystems in both unit operations and management objectives, as well as the still existing biological diversity and taking into account the possible climate change "Integrated Ecosystem Based on Land Use Format management Planning (***IEMP-BLUP***) "system is described in the general algorithm. How the erosion control and rehabilitation work to be carried out according to existing sub-basins in the plan unit will be shaped according to long-term strategic and medium-term operational plans; Konya Forest Regional Directory, Karaman Forest Enterprise, Ereğli Forest Planning Unit.*

Keywords: *Land classes, Land degradation, Desertification, Watershed improvement, Ecosystem management, Integrated planning*

1.GİRİŞ

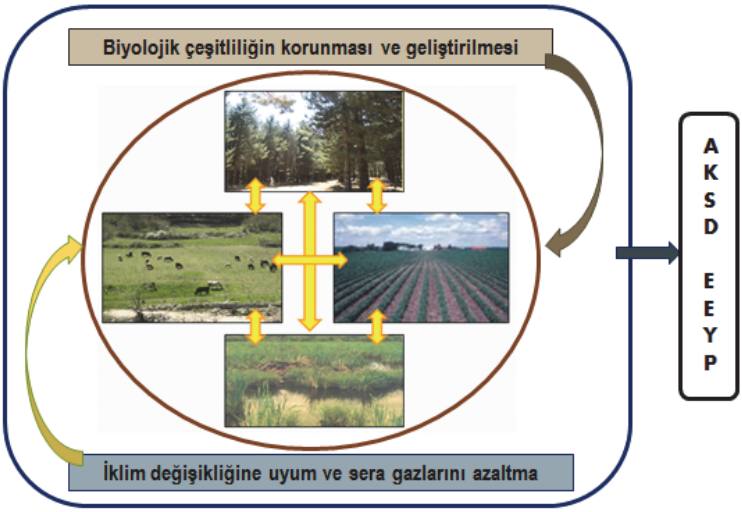
Günümüz Türkiye'sinde tarım, orman, mera, sulak alan vb. gibi farklı alanlarda uygulanagelen sürdürülebilir arazi kullanımları; bu kullanımların birbirleri üzerindeki karşılıklı etki ve etkileşimler dikkate alınmadan diğerlerinden bağımsız biçimde gerçekleştirilmektedir. Bu durumda, herhangi bir arazi kullanımında yapılan bazı uygulamalar kendi içinde tutarlı görünse de, bir başka kullanımı olumsuz etkilemekte ve o sektörde geri dönülmez zararlar meydana getirebilmektedir. Örneğin, salt ekonomik düşüncelerle geniş alanlarda yapılan tıraşlama orman kesimleri, arazi bozulumuna ve yerleşim alanlarında taşkınlara, can ve mal kayıplarına neden olabilmekte ve ayrıca, baraj ve göletlerin ekonomik ömürlerini kısaltabilmektedir. Keza, odun üretimini, ya da karbon tutumunu çoğaltmak amacıyla her orman içi açıklık ve boşlukların ağaçlandırılması, biyolojik çeşitliliği veya yaban hayatını olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu ve benzer olumsuzlukları önlemenin tek yolu, farklı arazi kullanımlarının sürdürülebilirliğini, birbirleri üzerindeki etki ve etkileşimleri dikkate alan bütünleşik bir yaklaşımla gerçekleştiren entegre bir planlama modeli ile sağlamaktır. Diğer taraftan, böyle bir bütünleşik yaklaşımın; çoklu çevresel faydalanmanın üç temel bileşeni olan ve altında imzamız bulunan uluslararası İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması Sözleşmesi açısında da gerekli olduğu açıktır (ASAN ve DEMİR 2016, s.1-2).

Türkiye'de orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama (ETFOP)" adı altında 2008 yılında yönetmeliğe giren bir planlama sistemi ile gerçekleştirilmektedir. ETFOP: orman ekosistemlerinde kendiliğinden oluşan ürün ve hizmetleri, bu sistemleri oluşturan canlı ve cansız elemanların varlığını yok etmeden ve aralarındaki doğal süreçleri zedelemeden, Orman Amenajmanı Disiplininin temel ilkelerini ve plan ünitelerinde öne çıkan konumsal fonksiyonları gözeterek sürekli ve kesintisiz biçimde alabilmek için, plan ünitelerinde öngörülen teknik, biyolojik, sosyal ve ekonomik etkinlikleri uzun ve orta vadeli stratejik öngörüler çerçevesinde yer ve zamana bağlı olarak düzenleyen bir planlama sistemidir. Sistem, SOİ kavramının ekolojik, ekonomik ve sosyal biçiminde sıralanan temel bileşenlerini, a) süreklilik, b) çok amaçlılık, c) verimlilik, d) iktisadilik, e) koruma, f) Saydamlık ve g) katılımcılık biçiminde sıraladığı yedi ana ilkle ile gerçekleştirmektedir (ASAN 2010, s.55).ETFOP sistemi, biyolojik çeşitliliğin koruma ve geliştirilmesini, işletme sınıflarında öngördüğü farklı fonksiyonel orman kuruluşlarındadeğişik silvikültür ve bakım uygulamaları ile gerçekleştirirken, iklim değişikliğine uyum ve izlenmesindeki olumlu katkılarını, periyodik olarak yaptığı toplam karbon stok değişiminin kontrolü ve gençleştirme ve ağaçlandırma alanlarındaki tür seçimiile gerçekleştirmektedir (ASAN 2017, s.11).ETFOP sistemi, orman kaynaklarının işletme ve yönetimi için son derece esnek ve çağdaş bir planlama modeli olmakla birlikte**,** ana bileşeni ağaç olan bitkisel eksenli ekosistemler için uygundur. Bu modelin, arazi kabiliyet sınıfları dikkate alınarak, plan ünitesi sınırları içinde kalan tarım, mera ve diğer arazi kullanımlarını da kapsayan ve tüm kullanımları tek bir bütün içinde "Sürdürülebilir Arazi Kullanım Planı (Sustainable Land Use Planning)" adı altında, bütünleşik bir yaklaşım ile harmonize eden bir anlayışla uygulanması bugüne kadar denenmemiştir (ASAN 2017, s.16).

Hiç kuşku yoktur ki; böyle bir model planın temel hedefi; doğal dengeyi ve sürdürülebilir çoklu çevresel faydalanmayıplan ünitesi içindeki 1) mera, 2) orman, 3) sulak alan ve 4) tarım alanları bağlamında; bir taraftan biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve yerel halkın sosyoekonomik koşullarını, diğer taraftan da iklim değişikliğine uyum stratejilerini gözeterek dengeli biçimde götüren entegre bir arazi kullanım planlamasını, ön plana ormancılığı alarak gerçekleştirmek olacaktır. Sistem, planlamasını plan ünitesi sınırları içinde yer alan diğer karasal ekosistemleri de kapsayacak biçimde gerçekleştirdiği ve tüm ekosistemlerde uygulanacak teknik işlemleri üzerinde yer

aldıkları arazilerin doğal kabiliyet ve verim güçlerini de gözeterek zaman ve mekâna bağladığı için, ETFOP sisteminden farklı olarak adının da değişmesi gerekecektir. Bu durumda sistem adının; ***"Arazi Kabiliyet Sınıflarına Dayalı Entegre Ekosistem Yönetim Planlaması (AKSD-EEYP)"*** olması uygun görünmektedir. Böyle bir modelin bileşenleri ve genel çerçevesi Şekil 1 de gösterilmiştir.



Şekil 1: Entegre model arazi yönetim planın bileşenleri ve genel çerçevesi (ASAN 2017,s.17)

Bu bildirinin temel amacı, iklim değişimi ve yoğun arazi kullanımının getirdiği arazi bozulumunun sonucu olarak; tarım, orman, mera ve sulak alan ekosistemlerinde gözlenen toprak ve su kaynakları arasındaki dengenin yeniden kurulması amacıyla uygulananhavza ıslahı, erozyon kontrolü, taşkın kontrolü ve akarsu rejiminin düzenlenmesi bağlamındakiteknik işlemlerin, plan ünitesinin neresinde ve hangi öncelikle yapılacağını, teknik işlemlerin seçim ve uygulanışında hangi kriter ve göstergelerin esas alınacağını, bu amaçla hangi tematik haritaların türetilip kullanılacağınıplan ünitesinin tamamı için bütünleşik bir yaklaşımla açıklamaktır. Bu nedenle bildiride önce AKSD-EEYP sisteminin genel algoritması çok özet biçimde tanıtılmış, sonra da plan ünitesinde mevcut alt havzalar itibariyle yürütülecek erozyon kontrolü ve rehabilitasyon çalışmalarının uzun vadeli stratejik ve orta vadeli operasyonel planlara göre nasıl şekillendirileceği; Konya Orman Bölge Müdürlüğü, Karaman Orman İşletme Müdürlüğü, Ereğli Orman İşletme Şefliği bazında açıklanmıştır. Bildiri amacına uygun olarak konunun dört ana başlık altında açıklanması uygun bulunmuştur. Birinci başlık altında konuya ilişkin genel kavramlar açıklanırken, ikinci başlık AKSD-EEYP sisteminin genel algoritmasına ayrılmıştır. Üçüncü başlık içinde, uygulanacak teknik işlemlerin yer, biçim ve öncelik sıralarının seçim ve uygulanışında gözetilecekkriter ve göstergelerin açıklanmasına ve bu amaçla türetilecek tematik haritalara ayrılmıştır. Dördüncü ve son başlık altında ise Ereğli plan ünitesinde stratejik ve operasyonel planlama bazında bu bağlamda yapılan işler açıklanmıştır.

2. GENEL KAVRAMLAR

2.1- İklim ve İklim Değişimi

İklim; belirli bir coğrafi bölgedeki atmosferik olayların uzun yıllar sonunda ortaya çıkan genel ortalama değerleridir. İklim değişimi ise kısaca; son 150 yıl içinde atmosferin doğal yapısında fosil yakıt tüketimi ile doğrudan, ya da sonucu ormansızlaşmaya varan arazi kullanım değişikliği ile dolaylı yoldan insan etkisiyle oluşan komplike süreç sonucunda iklimde ortaya çıkan değişimlerdir. Uluslararası dokümanlarda iklim değişimi; **"***Karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişkenlikleri ile, küresel atmosferin doğal yapısını doğrudan ya da dolaylı biçimde bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan değişikliklerin bütünü*"olarak tanımlanmıştır (ASAN 2010, s. 2).

2.2- Arazi Kabiliyet ve Kullanım Sınıfları

Arazi kabiliyet ve kullanım sınıfları; coğrafi konumu ve sınırları belli bir alandaa) ana kaya, b) toprak tipi, c) arazi eğimi, d) erozyon çeşidi ve derecesi ile e) bitki örtüsü ölçütlerini kullanarak söz konusu sınırlar içindeki arazininekolojik koşulların dayattığı çeşitli işletmecilik türleri yönünden sahip olduğu (*I-IV, toprak işlemeli tarım arazileri; V-VII, üzerinde sürekli bitki örtüsünün tutulması zorunlu olan araziler; VIII, sadece doğa koruma, milli park, yabanıl hayat ve su koruma amacıyla kullanılabilecek araziler*) doğal kabiliyet ve fiili kullanım sınıflarının ayrılması ve konumsal dağılımların haritalanmasıdır.

2.3- Arazi Bozulumu ve Çölleşme Süreci

Karasal ekosistemleri şekillendiren ve zaman içinde farklı yapıların ortaya çıkmasına neden olan *Lokal Konum, İklim, Toprak* ve *Bitki* den oluşan faktörlere "Doğal Çevrenin Bileşenleri " diyoruz. Bu bileşenlerden herhangi birisinde, örneğin iklim koşullarında ortaya çıkan bir değişme doğal dengenin bozulmasına ve mevcut ekosistemin başka bir ekosisteme dönüşmesine neden olmaktadır. Arazi bozulumu; yerel halkın sosyoekonomik, sosyokültürel ve geleneksel yaşam biçiminden kaynaklanan aşırı müdahelesi ile doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi sonucunda ortaya çıkan su ve rüzgar erozyonu ile toprak kalınlığının ve verim gücünün giderek azalmasıdır. Yeryüzünün değişik coğrafyalarında bugün karşımıza çıkan çöl ekosistemleri, gerçekte aşırı sıcaklık ve yağış kıtlığının doğal sonucu olarak kendiliğinden ortaya çıkan karasal ekosistemlerdir. Çölleşme ise; iklim değişikliği ve arazi bozulumu sonucu ortaya çıkan bir süreçtir. Aşırı insan müdahelesi ile şekillenen arazi bozulumu bu süreci hızlandırmaktadır. Çölleşme terimi UNCED Ajanda 21'in 12.ci bölümünde, «*insan faaliyetleri ve iklim değişiklikleri dahil kurak, yarı kurak, kurak-yarı nemli bölgelerde çeşitli etkenlerden kaynaklanan arazi bozulumları*» olarak tanımlanmaktadır (ÇEM

2015, s. 74-75). Çölleşme, arazi bozulum sürecinin son aşamasıdır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, orman tahribatı kısa zaman içinde antropojenik steplerin oluşumuna yol açmaktadır. İnsanların yok edici faaliyetleri devam ettiğinde, antropojenik step alanları antropojenik çöl alanlarına dönüşmektedir (BOYDAK 2016).

2.4-Erozyon Tipleri

Erozyon, bir arazinin akarsu, yağmur, buzul, dalga, yerçekimi veya diğer jeolojik etmenlerin neden olduğu kopma, sürüklenme, çözülme ile ait olduğu yerlerden başka yerlere taşınmasıdır. Parçalanma, taşınma ve birikme aşamalarından oluşan erozyon sürecinde temel faktörler su, rüzgâr ve buzul hareketleridir. Buna bağlı olarak arazide karşılaşılan erozyon tipleri de i) su erozyonu, ii) rüzgâr erozyonu ve iii) buzul erozyonu adı altında sınıflandırılmaktadır.

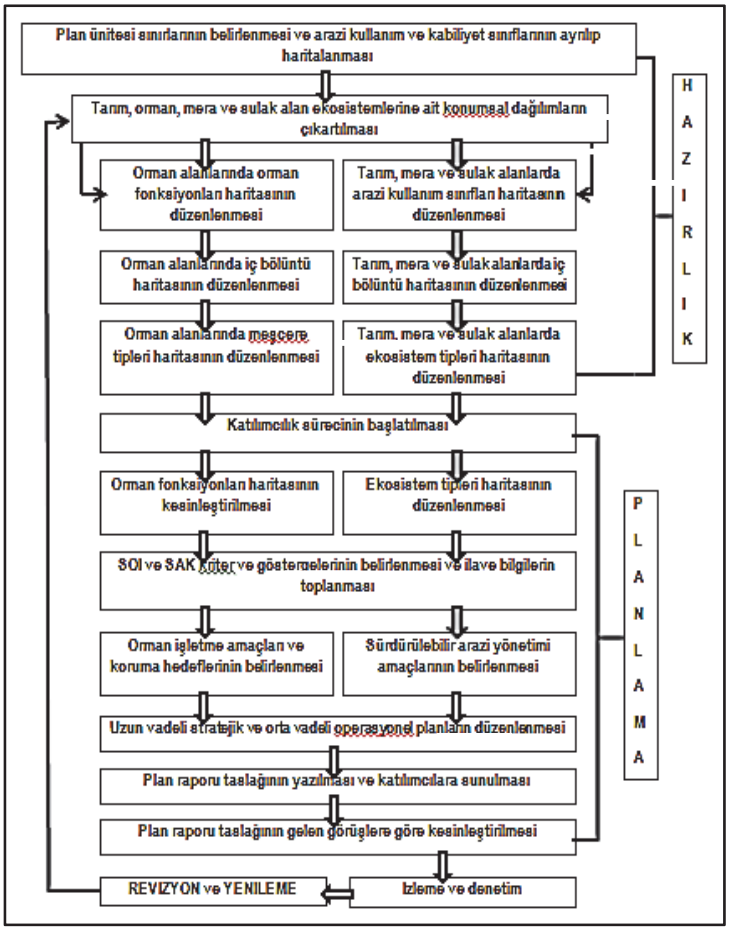
2.5-Havza Islahı, Rehabilitasyon ve Erozyon Kontrol Çalışmaları

Çölleşme riski bulunsun ya da bulunmasın; havza ıslahı, rehabilitasyon ve erozyon kontrol çalışmaları denildiğinde akla gelen, doğal dengenin bozulmasına neden olan insan müdahalelerine karşı idari; yok olan bitki örtüsünü yeniden canlandırmak için kültürel; yüzey sularının yönünü değiştirme amacıyla açılan çevirme hendeği ve yağmur sularını toprakta depolamaya yarayan teraslar gibi arazi hazırlığına ve ayrıca kuru ve sulu dere yataklarında değişik malzemeler ile yapılan eşiklerin inşaatı gibimekanik önlemler yardımıyla arazi yüzeyinde başlayan toprak taşınmasını önlemeye dönük çalışmalardır.Bu bağlamdadoğal bitki örtüsü tamamen yok olmuş sarp ve çıplak arazilerde sel derelerinin ıslahı, toprak taşınması başlamış zayıf bitki örtüsüne sahip arazilerde yıllık ve çok yıllık otsu ve yarı odunsu bitkilerle yeşillendirme ve sonrasında toprak muhafaza ağaçlandırması, iç ve kıyı kumullarının bulunduğu gevşek ve ince strüktürlü toprak özelliklerine sahip düz ve az eğimli arazilerde kumul tespit çalışmaları ile kapalılığı kırılmış orman alanlarında fonksiyonel amaç kuruluşlarını elde etmeye dönükrehabilitasyonve ağaçlandırma çalışmaları akla gelmektedir. Bu çalışmaların uygulama koşul ve biçimleri 4.1 başlığı altında açıklanmıştır.

3. AKSD-EEYP SİSTEMİNİN GENEL ALGORİTMASI

Türkiye Orman Amenajmanının yeni hedeflerinden birisi, gerçek bir plan ünitesinde yönetmeliğin 1. Maddesine dayanarak böyle bir entegre planın düzenlenmesidir. Bu model planın temel hedefi; doğal dengeyi ve sürdürülebilir çoklu çevresel faydalanmayıplan ünitesi içindeki 1) mera, 2) orman, 3) sulak alan ve 4) tarım alanları bağlamında; bir taraftan biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve yerel halkın sosyoekonomik koşullarını, diğer taraftan da iklim değişikliğine uyum stratejilerini

gözeterek dengeli biçimde götüren entegre bir arazi kullanım planlamasını, ön plana ormancılığı alarak gerçekleştirmek olacaktır. Böyle bir modelin bileşenleri ve genel çerçevesi Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2:AKSD-EEYP Sisteminin Genel Algoritması

4. HAVZA ISLAH ÇALIŞMALARININ AKSD-EEYP İÇİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1-Havza Islah ve Çölleşme ile Mücadele Çalışmalarında Uygulanacak Teknik İşlemler

Toprak ve su kaynaklarını koruma amacıyla havza ıslah ve erozyon kontrolü çalışmalarında uygulanacak teknik işlemler, işlem görecek alanların içinde yer aldığı ekosisteme ve arazi bozulumununbulunduğu aşamaya göre değişmektedir. Örneğin, orman vasfını henüz yitirmemiş ve fakat kaçak ve usulsüz aşırı ağaç kesimleri ile tepe

kapalılığı iyice kırılmış orman alanlarında yapılacak işlemler sadece rehabilitasyon çalışmaları ile meşcere sıklığını arttırmak iken, üzerindeki ağaç varlığı tamamen yok olarakmera ya da tarım alanı haline gelmiş erozyon alanlarında yapılacak işlem, önce toprak taşınmasını önlemek amacıyla çıplak araziyi bitkilendirmek ve eğer gerekli ise sel deresi tahkimatlarını gerçekleştirmektir. Ağaçlandırma yolu ile yeniden orman kurma çalışmalarına ise dahasonra geçmektir. Genel strateji itibariyle toprak ve su kaynaklarını koruma amacıyla havza bazında yapılacak işlerin başında açma ve işgaller ile kaçak ve usulsüz kesimleri önlemeye dönük her türlü tedbiri alarak mevcut orman varlığını alan ve ağaç serveti itibariyle koruma gelmektedir. İkinci temel strateji ise bir taraftan orman alanlarını genişletirken bir taraftan da plan ünitesi içindeki bütün ekosistemlerde doğal yapısı bozulan arazileri aşağıda sıralanan yöntemler ile ıslah etmektir.Bu bağlamda:

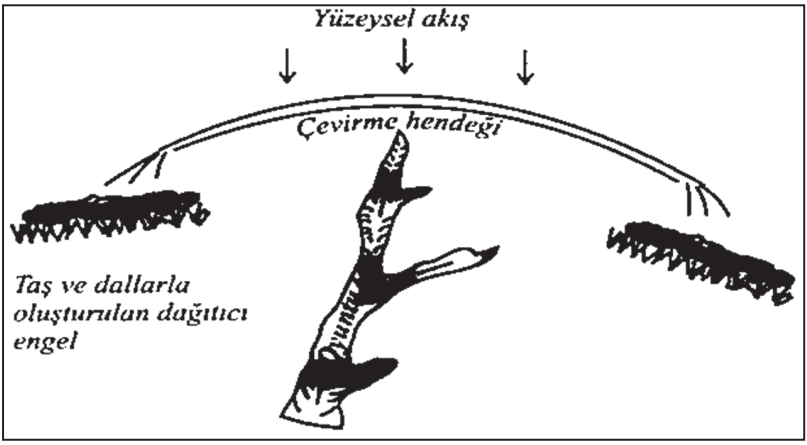
a) Orman içi ve dışı ağaçlandırmalar ve erozyon kontrol çalışmaları ile arazi bozulumunu önlemek, bozulan arazileri rehabilite etmek;

b) Toprak taşınmasının had safhada olduğu sarp arazilerdeki dere yataklarında(sel dereleri) erozyonla oyulan geniş ve derin oyuntularda su hızını azaltıp toprak taşınmasını frenleme amacıyla civarda mevcut materyallerden yararlanarak kuru taş duvar, harçlı taş duvar, dikdörtgen prizma (sandık) biçiminde hazırlanmış kafesli tel içine doldurulmuş taşlar ile (Kutu Gabion) oluşturulan taş duvar, ahşap direk ve çalılar ile örülmüş ahşap çitler ve beton direkler ve kafesli çelik teller ile tekniğine uygun biçimde eşikler inşa etmek. (Şekil 3)



Şekil 3: Sel derelerinin ıslahında kullanılan eşik türleri; üst solda harçlı taş duvar, üst sağda kuru taş duvar, sol altta ahşap kazık ve örgü, sağ altta beton direk ve çelik kafesli teller ile inşa edilmiş eşikler (BOYDAK 2016)

c) Oyuntuya gelen yağmur sularının dere içine ulaşmadan önce uygun genişlikte çevirme hendeği açarak yönlerinin değiştirilmesi ve oyuntu içine dolmasının önlenmesi (Şekil 4)



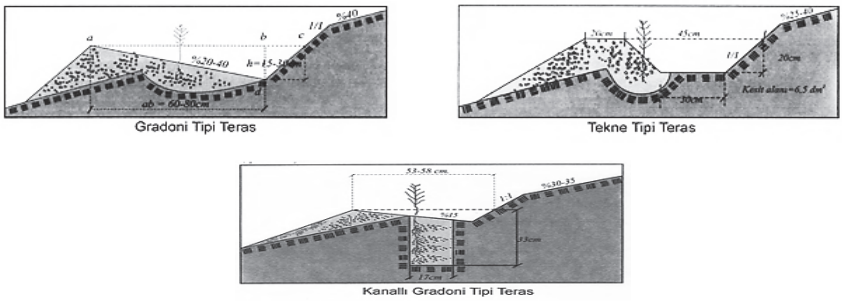
Şekil 4: Yüzey sularının oyuntu içine gelmesini önleyen çevirme hendeği (ANONİM 2015 s.432)

d) Yamaç şevlerini yıllık ve çok yıllık otsu ve odunsu bitki ve çalılar ile yeşillendirmek

e) Uygun toprak derinliğinin bulunduğu yerlerde ilerde ortaya çıkması düşünülen sıcaklık artışı ve kuraklığı da dikkate alarak, uygun tür seçimi ve değişik dikim teknikleri ile ağaç dikmek suretiyle sel deresi ıslah çalışmalarını sonlandırmak.

f) Çizgi erozyonunun gözlendiği ve erozyon şiddetinin nispeten daha az olduğu alanlarda, yüzeysel akışların hızını keserek toprak taşınmasını önlemek ve çizgi erozyonunun oluşumunu engellemek amacıyla belirli aralık ve mesafe ile ahşap kazık ve çalılar ile tamamı ahşap çitler örmek ya da ahşap kazıklar arasına gerilmiş tel kafes veya geosentetik malzeme veya taşlık arazilerde kuru taş duvar ile 20-30 cm yüksekliğinde setler oluşturmak.

g) Ekolojik koşulların ve toprak derinliğinin uygun olduğu boş alanlarda iklim değişiminin etkilerini dikkate alarak, yağmur sularının toprak içinde depolanmasını sağlamak amacıyla koşullara uygun teraslar oluşturmak (Şekil 5), uygun tür seçimi ve değişik dikim teknikleri ile ağaçlandırma yapmak.



Şekil 5: Teras tipleri (ANONİM 2015 s.427)

İklim değişikliği ve çölleşme ile mücadele bağlamında;

a) Kapalılığı kırılmış orman alanlarında rehabilitasyon çalışmaları yapmak,

b) Tarım ve mera alanlarında karma (Agroforestry ve silvopastoral) ormancılık sistemlerini geliştirmek ve özellikle bu alanlardaki bitki örtüsünü kışın dondurucu, yazın kavurucu sıcakların etkisinden korumak amacıyla uygun aralıklarla rüzgâr perdeleri ihdas etmek,

c) İç ve kıyı kumul alanlarında kumul tespit çalışmaları ve ağaçlandırma yaparak yerleşim alanları, tarım alanları ve karayollarını kum istilasından korumak

d) Kent civarındaki boş alanlarda yeşil kuşak ağaçlandırmaları ile yeni ormanlar tesis ederek hem toprak ve su kaynaklarını korumak ve hidrolojik döngüye olumlu katkılar yapmak, hem de kent halkının ruh ve beden sağlığı üzerinde ormanların çoklu çevresel etkilerini yükseltmektir.

4.2.1- Teknik İşlemlerin Yer, Biçim ve Öncelik Sıralarının Belirlenmesi

AKSD-EEYP sürecinde erozyon kontrol ve çölleşme ile mücadele çalışmaları yapılırken amaca dönük tematik haritalar ile bazı kriter ve göstergelerden yararlanılır. Bu amaçla önce plan ünitesi bütününde havza ıslah ve erozyon kontrolü çalışmalarının yapılacağı alanlar konumsal olarak çıkartılır, sonra da bazı kriter ve göstergelerden faydalanarak işe nereden başlanacağı belirlenip yapılacak uygulamaların biçimi ve öncelik sırası kararlaştırılır.

4.2.2- Yer Seçiminde Öncelik Sıralarının Belirlenmesi

AKSD-EEYP sürecinde erozyon kontrol ve çölleşme ile mücadele çalışmalarının genel amaçları aşağıda olduğu gibi sıralanmaktadır:

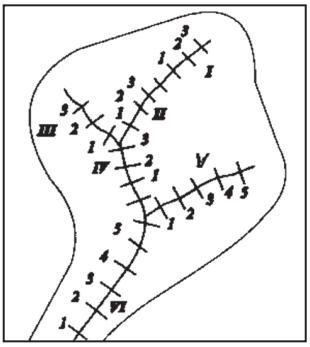
- Plan ünitesi içindeki mikro havzaların aşağı kısımlarında yer alan; barajların, göletlerin, karayollarının, demir yollarının, köprülerin vb. tesislerin; erozyon, sel ve taşkınlardan en az düzeyde etkilenmesi için tespitlerin yapılarak, önerilerin getirilmesi,
- Yukarı havzalarda alınacak yamaç ıslahı tedbirleri ile havzaların mansap kısımlarında doğal olan veya inşa edilmiş bulunan su toplama tesislerinin işlevlerini tam olarak görmelerini sağlayarak, su akışının düzenlenmesi için gerekli önlemlerin alınması,
- Ana dere, yan dere ve dereciklerde meydana gelen sel kaynaklı sediment yoğunluk akıntılarının ve hasarlarının ortadan kaldırılması veya en az düzeye indirilmesi için gerekli önlemlerin alınmasıdır.

Ormanlık alanlar, fonksiyonel açıdan yatay ve dikey meşcere kuruluşları itibariyle uygun yapılara sahip olunduğu takdirde, ekosistem elamanları arasındaki doğal ilişki ve etkileşimler ile toprak ve su kaynaklarını koruma bağlamında yukarıda üç madde içinde açıklanan amaçları erozyon ve hidrolojik fonksiyonlar vasıtasıyla en iyi biçimde yerine getirmektedir. Bu nedenle, erozyon kontrol ve çölleşme ile mücadele çalışmaları yönünden öncelik sıralamasında ormanlar; iş kolaylığı ve yoğunluğu ile kısa zamanda etkin sonuç alma bakımından ilk sırada yer almaktadır. Orman dışı alanlar ise hem iş güçlüğü ve yoğunluğunun fazlalığı ve hem de etkin sonuç için gerekli olan zaman gereksiniminin uzunluğu bakımından müdahalede önceliği almaktadır. Çünkü toprak muhafaza ve su kaynaklarını korumak için ormanlık alanlarda sadece meşcere kuruluşlarını amaca uygun biçimde düzenlemek yeterli iken, orman dışındaki açık alanlarda bitki örtüsü tahrip olmuş dere yataklarında önce toprak taşınmasını durdurmak için gerekli çalışmaları yapmak, sonra da kaybolan bitki örtüsünü yerine koymak gerekmektedir.

Bu açıklamalara göre havza geneli için düşünüldüğünde havza ıslahı ve erozyon kontrol çalışmalarında öncelik sırası belirlenirken aşağıdaki ilkelere göre hareket edilmesi uygun görünmektedir:

1. Çalışmalarda öncelik sırası orman dışı alanlarındır. Yerleşim alanları, ulaşım yolları, yapay ve doğal gölet ve baraj alanları gerektirmedikçe, ormanlık alanlarda çalışmalar ötelenebilecektir.
2. Mikro havzaların seçim sırası, arazi eğimi ve erozyonun şiddeti ile tehdit altındaki nesnelerin durum ve büyüklüğüne göre yapılacaktır. İçinde köy ve kent alanlarını, ana karayollarından bir bölümü ile yapay gölet ve barajları bulunduran havzaların seçim önceliği olacaktır. Bu açıdan koşulların eşitliği halinde önceliği yöre halkın talebi belirleyecektir.

3. Dere ıslah ve erozyon kontrol çalışmalarına mikro havzaların en yüksek ve sarp yerlerinden başlanacaktır. Eşik ve sedde inşaatları derenin ana kolu boyunca ilerletilecek ve yan kollardaki çalışmalara en yüksek rakımdakinden başlanacaktır (Şekil 6)



Şekil 6: Havza içindeki dere ıslah çalışmalarında iş sırası (ANONİM 2015 s.437)

4. Eşik, sedde ve çit inşaatlarında, havzada doğal olarak bulunan taş, çakıl kum ve çalı materyalinden azami derecede yararlanılacaktır.
5. İklim değişimini dikkate alarak bitkilendirme ve ağaçlandırmalarda yöresel türler içinden sıcak ve kuraklığa dayanıklı olan türlere ağırlık verilecektir.

AKSD-EEYP sürecinde bu çalışmalar a)uzun vadeli (**Stratejik**) b) orta vadeli (**Operasyonel**) planlama olarak iki aşamada ele alınır. Uzun vadeli stratejik planlama, plan ünitesindeki faaliyetlerin bütünü için ilgili faaliyetin (örneğin ağaçlandırılacak alanların) tüm plan ünitesindeki potansiyel alanlarıve başarı üzerinde etkili olan kısıtlayıcı faktörler dikkate alınarak 100-140 yıllık bir zaman dilimi dikkate alınarak yapılırken, kısa vadeli planlama bu sürenin 5, 6 veya 7 de birine karşılık gelen 20 yıllık plan süresi için yapılır. Örneğin ağaçlandırmalarda ağaç türü seçimi ve sulak alanlarda ileriye dönük öngörüler 100 yıllık bir zaman içinde iklimde ortaya çıkması muhtemel değişimlere göre yapılır. Ormanlık alanlarda ve meralarda gözlenen otlatma baskısının alınacak sosyoekonomik önlemler ile yine zaman içinde azalacağı varsayılarak, ilk plan süresi içinde ağaçlandırılacak alanların seçimi sosyal baskının en az olduğu yerler arasından, orman köylüsü ikna edilerek yapılır.

Benzer uygulamalar sel derelerinin ıslahı ve erozyon kontrol çalışmaları için de geçerlidir. Çalışma yapılacak alanların tamamını bir plan süresi içinde gerçekleştirmek sosyal ve ekonomik açılardan mümkün olmadığı için, o konuda da önce plan ünitesinin tamamı için genel durum ortaya konur, sonra da uzun ve kısa vadede yapılması düşünülen işler zaman içinde sıraya konur.

5. EREĞLİ MODEL PLANINDA UYGULAMALAR

Ereğli model planında standart amenajman planlarından farklı olarak aşağıda sıralanan işler yapılmıştır:

5.1- Tematik Haritaların Elde Edilmesi ve Bu Haritaların Toprak ve Su Kaynaklarını Koruma Bağlamında Yorumlanması

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yer alan plan ünitelerinde havza ıslahı ve erozyon kontrolü çalışmaları için gerekli olan plan ünitesine ait temel altlık haritalar şunlardır:

1- Çölleşme risk grupları haritası

2- Eğim sınıfları haritası

3- Bakı haritası

4- Yükselti basamakları haritası

5- Arazi kullanım ve kabiliyet sınıfları haritası

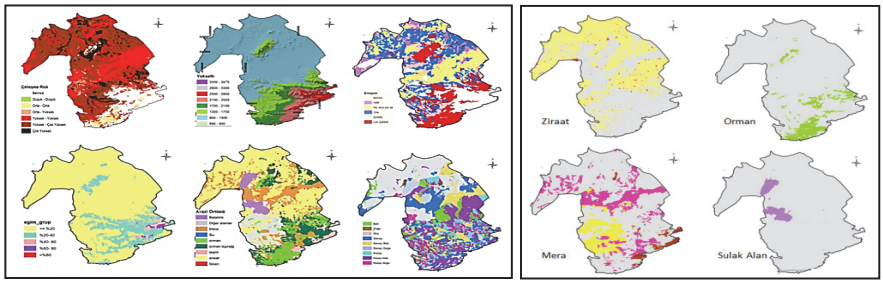
6- Bugünkü fiili arazi kullanım haritası

7- Toprak sınıfları haritası

8- Erozyon sınıfları haritası

9- Karasal ekosistemlerin konumsal dağılım haritası

Bu haritalardan 2, 3 v 4. sırada belirtilen haritalara standart planlarda da türetilmektedir. Diğer altı harita entegre plan için gerekli olan tematik haritalardır



Şekil 7: Ereğli Plan Ünitesi için türetilen bazı tematik harita örnekleri

Toprak ve su kaynaklarını koruma ve geliştirme amacıyla, plan ünitesinde uzun ve kısa vadede uygulanacak stratejileri belirlemek ve ilk plan süresinde işlem görecek alanları saptayarak uygulanacak teknik işlemleri yer ve zaman itibariyle planlayabilmek için, yukarıda sıralanan tematik haritaların aşağıda açıklanan biçimde kombime edilmesi gerekmektedir:

1- Sayısal arazi modeli (yükselti başmakları haritası) üzerine sırasıyla meşcere (orman) haritasını, mera haritasını, tarım alanları ve sulak alan haritalarını giydirerek, bu arazi kullanımlarının içinde yer alan ana ve yan havzaları ortaya çıkarmak ve arazi kullanımlarının bu havzalardaki konumsal dağılımlarını yüksekten alçağa doğru belirleyerek, arazi kullanımları arasındaki etkileşimleri hem hidrolojik döngü ve hem de fiili arazi kullanımı bağlamında ortaya koymak.

2- Eğim sınıfları ve toprak sınıfları haritaları üzerine orman, mera, tarım ve sulak alanlar haritalarını ayrı ayrı çakıştırarak; hem su kaynaklarını ve sulak alanları koruma ve hem de arazi ve toprak işlemesi yönlerinden mevcut olanakları ortaya koymak,

3- Çölleşme risk haritası ve erozyon sınıfları haritalarını; orman, mera, tarım ve sulak alanlar haritaları ile ayrı ayrı çakıştırarak, bu ekosistemlerden sağlanan ürün ve hizmetlerin kesintisiz biçimde sürdürülebilmesi için mevcut kaynakların korunması ve geliştirilmesi bağlamında, her birisinde alınabilecek önlemleri belirlemek,

4- Arazi kabiliyet sınıfları haritası ile fiili arazi kullanım sınıfları haritası çakıştırılarak, mevcut ve olması gereken (aktüel ve optimal) arazi kullanım biçimleri arasındaki farklılıkları belirlemek ve kullanım durumları arasındaki farklılıkların nedenlerini araştırarak (Ereğli plan ünitesindeki sulak alanların yok olarak tarım ve tarım dışı marjinal arazilere dönüşme nedenleri), optimal kullanıma ulaşma yönünde alınabilecek politikaları saptamak ve uygulanabilirliklerini tartışmak.

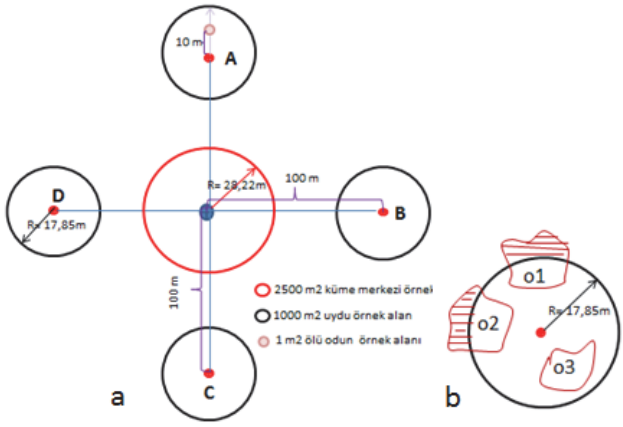
5- Yükselti basamakları, eğim sınıfları ve fiili kullanım haritasını çakıştırıp birlikte değerlendirerek, üst orman zonlarında ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışması yapılacak alanlar ile mutlak koruma amacı ile doğaya terk edilecek alanları belirlemek.

5.2- Boşluklu Kapalı Ormanlarda Gerçekleştirilen Envanter Çalışmaları

Bilindiği üzere, standart amenajman planları için yapılan orman envanterinde tepe kapalılığı %10 ve daha aşağıda olan (bozuk) orman alanları sadece alan olarak belirlenmekte ve fakat; ne ağaç serveti ve artıma, ne de bu alanlardaki otsu ve yarı odunsu tıbbi ve aromatikbitkilere ilişkin bilgiler konusunda özel envanter yapılmamaktadır. Ancak, Ereğli plan ünitesinde toplamda 69 147,3 ha olan ormanlık alanın 50 397,1 ha rı (%73) bozuk alan karakterindedir. Ayrıca 101 526 ha OT alanı bulunmaktadır. Bu nedenle, hem yukarıda sıralanan kriterlerin bozuk orman alanlarındaki durumu hakkında genel bilgi edinmek ve hem de proje amaçlarına ulaşabilmek ve katılımcı kurumların beklentilerine cevap verebilmek amacıyla, Ereğli model planında tepe kapalılığı %10 ve daha aşağıda olan boşluklu kapalı (bozuk) ormanların da envanteri yapılmıştır. Bu çalışmalarda böyle meşcerelerin ağaç türleri ile yıllık ve çok yıllık otsu ve yarı odunsu bitki türleri; konumsal farklılıkları ve beklenen

fonksiyonları ile toprak ve su kaynaklarını koruma yönlerinden taşıdıkları önem dikkate alınarak aşağıda açıklanan prosedüre uygun biçimde gerçekleştirilmiştir. Şöyle ki:

1- Plan ünitesi genelinde 50 397,1 ha boşluklu kapalı orman alanı bulunmaktadır. Çok geniş bir alanda parçalı biçimde dağılış gösteren bu alanlarda 2500 x 2500 m aralık ve mesafe ile sistematik olarak dağıtılan ve toplam sayısı 80 olan örnek alanları, sabit aralık ve mesafe ile tesadüfi olarak dağıtıp bireysel biçimde ölçmek özellikle pratik ve ekonomik açıdan çok külfetli olacağı için **örneklemenin dört uydu alanlı küme örneklemesi biçiminde** yapılması ve tüm bozuk alanların toplamda 20 adet küme ile temsil edilmesi uygun ve gerekli görülmüştür. Bu amaçla kullanılan örnekleme kümesinin şematik görünümü aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 8: Dört uydu alanlı örnekleme kümesinin şematik görünümü

2- Şekilde verilen şematik görünümden de anlaşılacağı üzere küme merkezinde 28,22 m yarıçaplı dairesel bir alan (kırmızı renkli) yer almaktadır. Bu alanda "**KÜME MERKEZİNDE YILLIK VE ÇOK YILLIK OTSU VE ODUNSU BİTKİLERİN ORANSAL DAĞILIMI"**tablosunun ilgili sütunlarına kayıt edilmiştir. Alanda mevcut tüm bitkilerin ayrıca resimleri çekilmiş ve cins ve türleri tespit edilemeyenlerden alınan örnekler, herbiye içine konularak bunların tür teşhisleri sonradan yapılmıştır. Her kümenin ağaçlandırmaya uygunluk durumu ayrıca belirlenip anılan tablonun ilgili bölüne kayıt edilmiştir.

3- A, B, C ve D harfleri ile gösterilen ve küme merkezinden doğu, batı, kuzey ve güney yönlerde 100 er metre uzaklıkta alınan 1000 m2 lik uydu örnek alanlarda ise, sadece göğüs çapı 8 cm ve daha yukarıda olan ağaçların çapı ölçülmüştür. Ölü odun miktarını belirlemek amacıyla, her kümenin kuzeydeki uydu alanında, örnek alan merkezinin 10 m kuzeyine yerleştirilen 1 m2 alan içinde mevcut kuru dalların ağırlığı ayrıca tartılmıştır. Bozuk meşe ormanları içinde ağaçların ocaklar halinde kümelendiği durumlarda (Şekil 8/b); boyu 2 metreyi geçtiği halde 1,30 çapı 8 cm nin altında kalan

ağaçların ortalama boy, ortalama çap ve ağaç sayıları ocaklar itibariyle belirlenmiştir. Yapılan ölçümler "**ÖRNEKLEME KÜMELERİNİN HACİM VE ARTIMLARININ HESAPLANMASI"**başlığı altında hazırlanan EXCEL tablosuna kayıt edilmiştir.

4- Örnekleme kümeleri, hakim ağaç türü (Ar, Çk ve M), yükselti basamakları (1500 m den az; 1501-2000 m; 2001m ve daha yukarı) ve hakim bakı (Kuzey ve Güney) dikkate alınarak dağıtılmıştır. Yapılan örneklemede; küme merkezleri sabit aralık ve mesafe ile ormana dağıtıldığı için **Sistematik**, ilk merkez rastlantı ile seçildiği için**Tesadüfi,** örnek alanlar tek tek ölçüm yerine dörtlü gruplar halinde ölçüldüğü için **Küme**, küme sayısı tür gruplarının genel alan içindeki alansal büyüklüklerine göre belirlendiği için **Oranlı,** yükselti basamakları ve bakı grupları dikkate alınarak dağıtıldığı için**Bilinçli** örnekleme yöntemleri bir arada kullanılmıştır.

5- Örnekleme kümeleri plan ünitesi ormanlarının %73 üne dağıtıldığı için, yıllık ve çok yıllık otsu ve yarı odunsu bitkilere ilişkin bulguların tüm ormanı orman açıklıklarını ve mera alanlarını temsil ettiği var sayılmıştır.

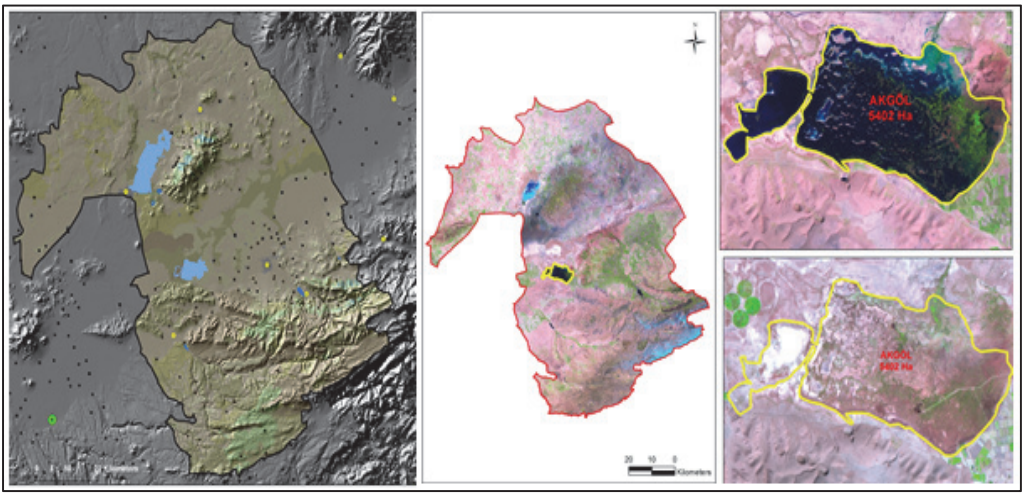
5.3-Tarım ve Mera Alanlarında Gerçekleştirilen Envanter Çalışmaları

Plan ünitesi içindeki sulu ve kuru tarım alanları ile meyve bahçeleri ve kavak plantasyonlarına ait alanlar, uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları yardımı ile belirlenmiştir. Tarım alanları üzerinde 2006 ve 2007 yıllarında ihdas edilen rüzgâr perdeleri ve meyve bahçelerinde bulunan ağaçlara ilişkin bilgiler ise, Tarım İl Müdürlüğünden sağlanmıştır. Elde edilen bilgiler arazi incelemeleri ile de teyit edilmiştir.

2100m nin üzerindeki yüksek dağ çayırlıkları ile üzerinde ağaç olan ve olmayan doğal ve tahsisli meralara ait alanlar hem hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri, hem de yersel ölçü ve gözlemler ile belirlenmiştir. Verimli ve verimsiz alanlar üzerindeki ot miktarları, bu alanlar üzerinde alınan $1m^2$ büyüklüğündeki örnekleme alanlarındaki tüm bitkileri toprak seviyesinden kesip, taze ağırlıklarını tartarak belirlenmiştir.

5.4- Sulak Alanlarda Yapılan Envanter Çalışmaları

Sulak alan ve bataklıkların envanteri, eski haritalar, eski ve yeni uydu görüntüleri ve son çekilmiş hava fotoğrafları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen haritalar arazide kontrol edildikten sonra, Ereğli plan ünitesi içinde daha önce mevcut olan 13 679 ha büyüklüğündeki iki büyük gölün, sonradan inşa edilen Ayrancı ve İvriz barajları, sulak alanları tarıma açmak amacıyla yapılan drenaj çalışmaları, tarım alanlarını sulama amacıyla açılan yeraltı kuyuları ve ayrıca etkisini her geçen gün giderek arttıran iklim değişimi nedeniyle, planlama çalışmalarının yapıldığı 2017 yılı itibariyle tamamen kuruduğu anlaşılmıştır. (Şekil 9)



Şekil 9: Sulak alanlarda son 30 yıllık değişim

Toprak grupları haritası ile fiili arazi kullanım haritalarının çakıştırılmasıyla, çekilen suların yerini tuzlu, alkali ve kötü drenajlı çorak topraklara bıraktığı anlaşıldığı için, bitki örtüsünü tespit amacıyla ayrı bir envantere gerek duyulmamıştır.

5.5- Envanter Sonuçlarının Çölleşme Süreci ve Arazi Bozulumu Yönünden İrdelenmesiyle Alınacak Önlemlerin Belirlenmesi

5.5.1- Orman Alanlarında

Orta Torosların İç Anadolu'ya bakan yüzünde ve stebe geçiş zonunda yer alan ormanlar, ekolojik olarak orman yetiştirme açısından gereken doğal koşulların en alt sınırında bulunmaktadır. Bu koşullar, plan ünitesi ormanlarının bizatihi kendi varlığını koruma ve bu arada da, ormanın koruyucu fonksiyonlarından yararlanmayı ön plana çıkarmaktadır. 2.3. başlığı altında yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, arazi bozulum sürecinin son aşamasıçölleşmedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde özellikle aşırı ve düzensiz biçimde yapılan otlatmalarormanların kısa zaman içinde step alanlarına dönüşmesine yol açmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemlere göre, ormanların tamamında sürdürülen yoğun ve plansız otlatmalar bir taraftan mevcut generasyonu çalılaştırıp gelişmesini önlerken, bir taraftan da gelen yeni gençliği ortadan kaldırmaktadır (Şekil 10). Ardıç ormanlarında ayrıca ot veriminin iyice azaldığı dönemlerde ince dalların kesilip sürgün ve yapraklarının hayvanlara yedirildiği gözlenmiştir.Bu ormanlarda çobanların ayrıca ağaç kesmek suretiyle de kapalılığı zaten düşük olan meşcerelerdeağaç sayılarını azaltıp kapalılığın kırılmasında önemli rol oynadığı belirlenmiştir.



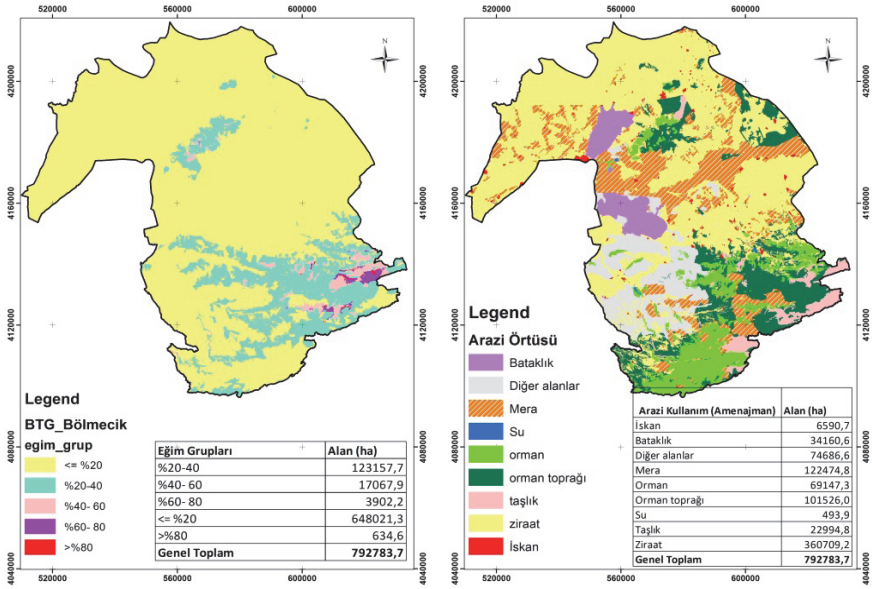
Şekil 10: Aşırı otlatmaya maruz kalan meşe ormanlarında çalılaşma süreci

Ormanlarda sürdürülen bu faydalanmanın, münavebeli otlatma planları ve orman-halk ilişkilerini iyileştirmeye dönük sosyoekonomik önlemler ile kısıtlanmaması halinde, ekolojik koşullar açısından zaten sınırda olan bu ormanların 20-30 yıl içinde tamamen yok olması, böylece, ormanların toprak ve su kaynaklarını koruma bağlamında gördüğü fonksiyonların ortadan kalkması kaçınılmazdır. Bu süreci durdurabilmek için Ereğli planında öngörülen ilkeler ve önlemler aşağıda sıralanmıştır:

- Bozuk orman alanlarının rehabilitasyonu ve çölleşme ile mücadelede ana sorun korumadır. Orman köylüsünün işbirliği ve muvafakati olmadan korumanın tam olarak gerçekleşmesi mümkün değildir.
- Rehabilitasyon ve ağaçlandırma çalışmaları sona erdikten alanlar uzun bir süre insan ve hayvan baskısına tamamen kapatılacaktır. Otlatmaya ancak uzun yıllar sonra, orman örtüsü alanı tamamen kapladıktan sonra kontrollü bir şekilde izin verilecektir.
- Orman köylülerinin mağduriyetini önlemek amacıyla, Ereğli planlama modelinde bozuk orman alanları ve OT alanlarında gerçekleştirilecek rehabilitasyon ve ağaçlandırma alanlarının önce toplam potansiyel miktarı belirlenmiş, sonra da ilk plan süresinde yapılacak çalışmalar, birkaç yerde toplanan geniş alanlar yerine, tüm orman köylerine hisseleri oranında dağıtılmıştır.

5.5.2- Mera ve Tarım Alanlarında

Hem orman içi ve civarında yapılan envanter çalışmaları sırasında, hem de mera ve tarım alanlarında yapılan yersel ölçme ve gözlemler sırasında göze çarpan en önemli özellik, Ereğli plan ünitesindetarım, orman ve mera ekosistemlerinin birbiri içine girdiği ve hem orman alanlarında, hem de meralarda otlatmanın düzensiz ve yoğun şekilde sürdüğüdür. Keza, kuru tarım yapılan alanlarda hasat sonrası yapılan otlatmaların da arazi bozulumu üzerinde önemli rol oynadığıdır.Eğim sınıfları ve fiili arazi kullanım sınıfları haritalarının çakıştırılması ile de görüleceği üzere; mera ve tarım alanlarının çok büyük bölümü, arazi eğiminin %20 nin altında ve hatta Ereğli ilçesi iskân alanlarının kuzeyindeki geniş düzlüklerde kaldığı anlaşılmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11: Eğim sınıfları ve fiili arazi kullanım sınıfları haritalarının karşılaştırılması

Bu noktada göze çarpan bir başka husus da, bu bölgedeki mera ve tarım alanlarının eskiden sulak iken bugün tamamen çorak hale gelen alanlara bitişik olmasıdır. Ayrıntısı bir sonraki alt başlıkta açıklandığı üzere, bu bitişikliğin getirdiği en önemli sorun, kuruyan göl tabanından gelen kum fırtınalarının mera ve tarım alanlarını tehdit etmesidir. Mera, tarım ve eski sulak alanlar arasındaki bu etkileşim dikkate alınarak; toprak ve su kaynaklarını koruma bağlamında Ereğli planında öngörülen ilkeler ve alınması gereken önlemler aşağıda olduğu gibi belirlenmiştir:

Arazi bozulumu ve kuraklık ile mücadele Ereğli plan ünitesinde mera ve tarım alanlarında sürdürülen arazi kullanım faaliyetlerinin en önemli bileşenidir. Özellikle sulu tarım alanlarında yer altı suları ile yapılan ilkel sulama şeklinin değiştirilmesi, meralarda doğal kapasitenin üzerinde yoğun biçimde sürdürülen başıboş otlatmacılığın

terk edilmesi ve zayıf bitki örtüsünün neden olduğu evaporasyonu azaltacak teknik önlemlere başvurulması, bu mücadelenin temel unsurlarıdır. Bu bağlamda model planda şu hususların altı çizilmiştir;

- Tarım alanlarında yapılan sulamalarda su tasarrufunu sağlayan teknolojilere başvurulmalıdır.
- Mera alanlarında otlatma planları yapılarak bu planlara uyulması sağlanmalıdır.
- Havza ıslahı ve erozyon kontrol amacıyla uygulama yapılan arazilerde alınması gereken mutlak koruma önlemlerini alıp yöre halkının bunlara uyması sağlanmalıdır. Bu alanlarda otlatma müsaadesi ancak uygulamalardan beklenen amaca ulaşıldıktan sonra sadece bir vejetasyon dönemi için verilmeli ve sonraki 2-3 yıl boyunca alanlar otlatmaya kapatılmalıdır.
- Çıplak toprak yüzeylerinden kaynaklanan evaporasyonu önlemek amacıyla tarım ve mera alanlarında rüzgâr perdeleri ihdas edilmelidir.

5.5.3- Sulak Alanlarda

Çölleşme risk haritası toprak tipleri haritasıile fiili kullanım ve bitki örtüsü haritalarının çakıştırılması ile de görüleceği üzere, eski haritalarda sulak alan olarak görünen alanların tamamına yakın bölümü; 5.4 başlığı altında açıklanan nedenlerden ötürü sulak alan özelliğini geriye dönüşü artık mümkün olamayacak biçimde tamamen kaybetmiş bulunmaktadır. 2017 yılı itibariyle gelinen noktada eski sulak alanların ilk haline yeniden döndürülememesi bir yana, artan toprak tuzlanması eski göl alanına bitişik tarım alanlarını tehdit eder hale gelmiştir. Hem eski göl tabanında, kuruma nedeniyle açığa çıkan çok ince tekstürlü toprakları rüzgar erozyonuna karşı korumada yetersiz kalan cılız bitki örtüsünün çavdar*, Scale;* otlak ayrığı*, Agropyronelongatum, Atriplexcanescens ve Ebu Cehil Çalısı*gibi yıllık otsu ve yarı odunsu bitkiler iletakviye edilmesi (KOCAÇINAR 2016; OK,2016) ve hem de tarım alanlarını tehdit eden kum fırtınaları ve tuzlanmanın önüne geçilebilmesi için bu alanlarda tuzlanma ve kuraklığa karşı dayanıklı olan ılgın, mahlep, iğde, akasya, aşısız zerdali vb gibi ağaç türleri ile rüzgar perdeleri ihdas edip toprak yüzeyini yalayarak esen rüzgarların hızını kesmek suretiyle hem toprağı kurutmasını ve hem de taşımasını önlemek gerekecektir.

6- SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde tarım, orman, mera, sulak alan vb. gibi farklı alanlarda uygulanagelen arazi kullanım planları; bu kullanımların birbirleri üzerindeki karşılıklı etki ve etkileşimler dikkate alınmadan diğerlerinden bağımsız biçimde yapılmaktadır. Bu durumda, herhangi bir arazi kullanımı için öngörülen uygulamalar bir başka

kullanımı olumsuz etkilemekte ve sonuçta çevresel etki bağlamında geri dönülmez zararlaraneden olabilmektedir. Bu olumsuzlukları önlemenin tek yolu, farklı arazi kullanımlarının sürdürülebilirliğini, birbirleri üzerindeki etki ve etkileşimleri dikkate alan bütünleşik bir yaklaşımla gerçekleştiren entegre bir planlama modeli ile sağlamaktır. Bu bildiride,***"Arazi Kabiliyet Sınıflarına Dayalı Entegre Ekosistem Yönetim Planlaması (AKSD-EEYP)"***adı altında genel çerçevesi Asan tarafından çizilen prototip bir modelin algoritması tanıtılarak, tahrip edilen karasal ekosistemlerde bozulan toprak ve su kaynakların rehabilitasyonu bağlamında bu modelin gerçek bir plan ünitesinde nasıl somutlaştırıldığı ortaya konmuştur. Prototip modelde plan ünitesinin geçmişinde var olan sulak alan ekosisteminin; a) son 30 yıl içinde yapılan iki barajın ekosisteme gelen su akışını önlemesi, b) tarım arazisi kazanma adına eski sulak alanda yapılan drenaj çalışmaları, c) yer altı sularının sulu tarım amacıyla hoyratça kullanılması ve nihayet d) şiddetini giderek arttıran iklim değişimi nedenleriyle tamamen kurumasından ötürü, Ereğli plan ünitesinde mevcut dört ekosistemden sadece üç arazi kullanım tipi birbirine entegre edilmiştir.

Model, Ereğli plan ünitesi için öngörülen hedefleri gerçekleştirmede yeterli görülse de sonuçta bu haliyle uygulanan ilk prototiptir. Bu nedenle de, her prototipte olduğu gibi geliştirilmeye muhtaçtır. Diğer taraftan, mevcut ormanlar çeşitli çap ve kalitede yuvarlak odun üretimi amacıyla işletilmekten çok uzaktır. Beklenen ana fonksiyon doğa koruma ve erozyon kontrolüdür. Orman içi ve civarında yaşayan halkın ana geçim kaynağı hayvancılık ve tarımsal faaliyetlerden karşılanmaktadır. Entegre planlama sisteminin her kullanılışında lokal koşullardan kaynaklanan farklı yaklaşımların gündeme gelmesi kaçınılmazdır.

TEŞEKKÜR

Bu bildiri, Konya kapalı havzasında "*Sürdürülebilir Arazi Yönetimi ve İklim Dostu Tarım Uygulamaları Projesi*" çerçevesinde yürütülenentegre amenajman projesinin arazi çalışmalarından elde edilen bazı bulguları kullanarak kaleme alınmıştır. Mera ve orman alanlarında envanter çalışmaları yapan Orman Mühendisleri Kadir Meriç, Fethi Arslan, Yunus Şeker ve Mensur Bakır'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

ANONİM 2015:Ayrancı İlçesi-Başlamışlı-KocadereEntegre Mikrohavzası Planı. 475 sayfa

ASAN, Ü. ve DEMİR, M. 2016: Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Sürdürülebilir Arazi Yönetiminin Planlanması ve İzlenmesi İçin Öngörülen Yeni Bir Modelin Konya-Ereğli Plan Ünitesinde Uygulanması. *17 Mayıs 2016 tarihli ÇEM Çalıştayı Bildirileri, 14 sayfa.*

ASAN, Ü. 2017: Türkiye Orman Kaynakları Planlamasının 100 Yıllık Gelişimi ve Yeni Hedefleri. *Orman Mühendisleri Odası Genel Merkezinin6 Mayıs 2017 tarihinde Ankara'da düzenlediği "Türkiye Orman Kaynakları Planlamasının Yüz Yılı ve Hedefler" konulu Panel Bildirileri, s. 12-43, ISBN: 978-605-01-1051-7; 216 Sayfa.*

ASAN, Ü. 2010: Reduction of CO_2 emission possibilities in the forestry sector, and estimation of carbon stock changes between the years 2010 and 2020 in the forests of Turkey. *IUFRO 7.01 Conference on Adaptation of Forest Ecosystems to Air Pollution and Climate Change. 22-25 March 2010, Antalya, 8 pages.*

ASAN, Ü. 2010: Geçmişten Geleceğe Türkiye Orman Amenajmanı. *Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceği Çalıştayı Bildiriler Kitabı ISBN 978-605-393-061-7, s. 49-83*

ASAN, Ü. 2017: Orman Amenajmanı. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 5227/513, ISBN: 978-605-07-0617-8, 434 sayfa.*

BOYDAK, M. 2016:Kurak ve Yarı Kurak Alanların Değerlendirilmesi ve Bu Alanların Ağaçlandırılması. *Kurak ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı, Haymana Sunumları*

ÇEM 2015: Çölleşme/Arazi Bozulumu ve Kuraklıkla Mücadele Terimleri Sözlüğü. *Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları.452 sayfa Ankara*

KOCAÇINAR, F. 2016:Kurak Alanlarda Doğal Kaynakların Korunması ve Rehabilitasyonu Karapınar Örneği. *Kurak ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı, Haymana Sunumları*

OK, S.S. 2016: Tuz Etki Etmiş Alanlarda Yetiştirilebilecek Bitki Türleri ve Bunlardan Yararlanma.*Kurak ve Yarı Kurak Alan Çalıştayı, Haymana Sunumları.*

ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ/ KULLANIMI SINIFLANDIRMA VE İZLEME SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI (UASİS) PROJESİ

Ahmet DOĞAN, Elçin ACAR, Mesut YILMAZ, Murat ARSLAN, Erkan GÜLER, Enis BALTACI
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara
addogan@gmail.com

ÖZET

Arazi tahribatı ve doğal afetler ile arazi kullanımının hızlı ve kontrolsüz olarak değişimi, arazilerin geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle, çevresel değişimlerin izlenmesive zamansal değişimin ortaya konularak sonuçları doğrultusunda planlamalar yapılıp yönetilmesi; arazi kaynaklarının verimli kullanımı ve etkin yönetimi ile çölleşme, erozyon, sel, taşkın, heyelan gibi tabii felaketlerle mücadele kapsamında oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Bu kapsamda, arazi örtüsü değişimini belirlemek için yapılan çalışmalarda, gelişen teknoloji ve milli olanaklardan azami seviyede faydalanılması ve uzaktan algılama yöntemlerinin etkin bir şekilde kullanılması zaman ve maliyet etkin çalışmalar yapılmasına da olanak sağlamaktadır.

Arazi örtüsü/ kullanımı, aynı zamanda, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü tarafından 2011 yılında çalışmalarına başlanmış olan Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin (HİDS) Geliştirilmesi Projesi kapsamında ele alınan ve izlenmesi gereken 16 veri temasından biridir. Bu nedenle, değişimin dinamik ve sürdürülebilir olarak izlenmesi, hassas çalışmalar yapabilmeyi sağlayacak ölçekte ve ülkemiz ihtiyaçlarına uygun alt sınıflarla çalışılabilmesi, ulusal ve uluslararası platformlarda ve yükümlülüklerimiz doğrultusunda raporlamaların da yapılabilmesi amacıyla ÇEM Genel Müdürlüğü, 2017 yılında UASİS projesi kapsamında fizibilite çalışmalarına başlamıştır.

Gerçekleştirilen fizibilite çalışmaları kapsamında, ülkemizde arazi örtüsü/ kullanımı verisini kullanan/ veri sağlayan tüm kurumlarla görüşülerek ülkemizin veri altyapısı ve ihtiyaçlarının belirlenmesi, ulusal arazi örtüsü sınıflarının ülke ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede belirlenmesi, belirlenen sınıflardan dinamik olarak izlenmesi gereken sınıfların tanımlanması, uluslararası örneklerin incelenmesi, yapay zekâ ve derin öğrenme teknolojisine sahip olarak oluşturulacak sistemin teknik özelliklerinin tasarlanması ve kurumların personel alt yapısının dinamik olarak kitle kaynak platformu olarak kullanılabilmesinin çalışmaları yapılmaktadır. Sistemde önceliğinin milli uydulara ve hava fotoğraflarına verilecek olması, milli olarak geliştirilecek yeni uydu platformlarına katkı sağlarken; maliyet

etkin ve dinamik bir milli arazi örtüsü/ kullanımı izleme modeli oluşturulmasına olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Arazi örtüsü, arazi kullanımı, izleme, değişim belirleme, uzaktan algılama, yapay zeka, derin öğrenme, milli uydu, izleme modeli*

National Land Cover/ Use Classification and Monitoring System Project

Ahmet DOĞAN, Elcin ACAR, Mesut YILMAZ, Murat ARSLAN, Erkan GÜLER, Enis BALTACI

General Directorate of Combating Desertification and Erosion, Ankara

addogan@gmail.com

Land damage, natural disasters and rapid and uncontrolled change in land use can cause land to be irreversibly lost. Therefore, monitoring environmental changes and planning and managing the results of the temporal changes has great importance on efficient use and effective managementof land resources and struggling with natural disasters such as desertification, erosion, flood, landslide. Within this scope, maximum usage of advanced technology and national possibilities and also efficient use of remote sensing methods provide time and cost effective studiesto determine land cover change.

Land cover/ use is also one of the 16 data themes that was dealed in Watershed Monitoring and Evaluation System Project, started in 2011 by General Directorate of Combating Desertification and Erosion. For this reason, General Directorate of Combating Desertification and Erosion started to a feasibility study for the project of National Land Cover/ Use Classification and Monitoring System in 2017 in order to monitor the changes sustainably; dynamically;on a scale that allows to do precise studies; with the subclasses appropriate for our country's needs and in order toreport on national and international platforms in line with our obligations.

Within the scope of the feasibility study, the data infrastructure and needs of our country are being determined by negotiating with all the institutions that use land cover/ use data;national land cover classes at a level that meets the country needs are being identified; the classes that will be dynamically monitored are being defined among the specified classes;international examples are being examined; technical features of the system to be formed with artificial intelligence and deep learning technology is being designed and studies are being carried out to enable the personnel infrastructure of the institutions to be used dynamically in crowdsourcing platform.The fact that the system will give priority to national satellites and aerial photographs, will contribute to develop new satellite platforms nationwide and to generate cost-effective and dynamic national land cover/ use monitoring model.

Keywords: *Land cover, land use, monitoring, change detection, remote sensing, artificial intelligence, deep learning, national satellite, monitoring model*

1. GİRİŞ

Arazi örtüsü sınıflaması, dünya üzerinde bulunan doğal ve yapay alanların sınıflandırılması ve etiketlendirilmesi işidir. Bu sınıflandırmanın yapılması ve sınıflarda gerçekleşen değişimlerin yüksek doğruluklarla izlenebilmesi için teknolojik gelişimler ile birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemlerinin etkin kullanımı oldukça önemlidir.

Arazi örtüsünün mevcut durumunun, ihtiyaçlara uygun hassasiyette ve sınıflarda ortaya konularak değişiminin dinamik olarak ve yüksek doğruluklarla izlenebilmesi arazi tahribatına neden olan çölleşme, erozyon, heyelan, sel-taşkın gibi felaket risklerinin ortaya konulması ve gerekli önlemlerin alınmasına ciddi katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, ülkemizde, *"toprağın korunması, tabii kaynakların geliştirilmesi, çölleşme ve erozyonla mücadele, çığ, heyelan ve sel kontrolü faaliyetleriyle ilgili politika ve stratejiler belirlemek, ilgili kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon sağlamak"* gayesiyle kurulmuş olan Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, görev ve sorumluluklarına paralel olarak, ülkemizin dinamik arazi örtüsü izleme sisteminin oluşturulması için çalışmalara başlamıştır.

Tasarlanan izleme sisteminin birincil önceliği arazi örtüsündeki değişimin belirli periyotlarda değil dinamik ve sürdürülebilir olarak izlenmesi ve ülkemizde arazi örtüsü/ kullanımı verisi ile çalışan tüm kurumların ihtiyaçlarını karşılayacak sınıfların belirlenerek çıktıların hassas çalışmalar yapılabilmesini sağlayacak ölçekte üretilebilmesi olacaktır.

Ayrıca sistem, öncelikli olarak milli uydularımıza ait görüntüleri kullanmayı hedefleyerek; milli uydu ve hava fotoğrafı platformlarının kullanılmasına ve geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Derin Öğrenme kabiliyetine sahip tasarlanan sistemin, görüntüler ve yardımcı vektör veriler geldikçe, dinamik olarak çalışması ve değişimleri belirlemesi beklenmektedir.

Kurumlarımızın alt yapılarında ve taşra teşkilatlarında ciddi bir bilgi birikimi ve teknik personel gücü vardır. Özellikle Orman, Tarım ve Şehircilik sektörlerinde yirmibinden fazla teknik personel taşra teşkilatında ve aktif arazi çalışmaları içerisinde yer almaktadır. Bu teknik kadronun ve bilgi birikiminin Ulusal ölçekte Arazi örtüsü/kullanımı verisinin üretilmesinde hatta bu proje özelinde "Kitle Kaynak Platformu" olarak tasarlanmasında ülke menfaatleri açısından büyük önem vardır.

Proje sonucu oluşturulacak sistemin bir çıktısının da ülkemizin, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) kriterlerine göre 6 yılda bir, 3 seviye ve 44 alt sınıf ile ve 1/100.000 ölçeğinde hazırlayarak sunmakla yükümlü olduğu CORINE (*Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu*) projesi verilerinin üretiminin olması hedeflenmektedir. CORINE projesine ait 3 sınıflar aşağıda bulunmaktadır;

1. Yapay Bölgeler

1.1. Şehir Yapısı

1.1.1. Sürekli Şehir Yapısı

1.1.2. Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı

1.2.Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri

1.2.1.Endüstriyel ve Ticari Birimler

1.2.2.Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar

1.2.3.Limanlar

1.2.4.Havaalanları

1.3.Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları

1.3.1. Maden Çıkarım Sahaları

1.3.2. Boşaltım Sahaları

1.3.3. İnşaat Sahaları

1.4. Yapay, Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar

1.4.1. Yeşil Şehir Alanları

1.4.2. Spor ve Eğlence Alanları

2. Tarımsal Alanlar

2.1. Ekilebilir Alan

2.1.1. Sulanmayan Ekilebilir Alanlar

2.1.2. Sürekli Sulanan Alanlar

2.1.3. Pirinç Tarlaları

2.2. Sürekli Ürünler

2.2.1. Üzüm Bağları

2.2.2. Meyve Bahçeleri

2.2.3. Zeytinlikler

2.3. Meralar

2.3.1. Mera Alanları

2.4. Karışık Tarımsal Alanlar

2.4.1. Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler (TR kullanmıyor)

2.4.2. Karışık Tarım Alanları

2.4.3. Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları

2.4.4. Ormanla Karışık Tarım Alanları (TR kullanmıyor)

3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar

3.1. Ormanlar

3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar

3.1.2. İğne Yapraklı Ormanlar

3.1.3. Karışık Ormanlar

3.2. Maki ve Otsu Bitkiler

3.2.1. Doğal Çayırlıklar

3.2.2. Fundalıklar

3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü

3.2.4. Bitki Değişim Alanları

3.3. Bitki Örtüsü İle Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar

3.3.1. Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar

3.3.2. Çıplak Kayalıklar

3.3.3. Seyrek Bitki Alanları

3.3.4. Yanmış Alanlar

3.3.5. Buzul ve Kalıcı Kar

4. Sulak Alanlar

4.1. Karasal Bataklıklar

4.1.1. Karasal Bataklıklar

4.1.2. Turbalıklar (TR kullanmıyor)

4.2. Denize Yakın Islak Alanlar

4.2.1. Tuz Bataklığı

4.2.2. Tuzlalar

4.2.3. Gelgit Olayı ile Oluşan Düzlükler (TR kullanmıyor)

5. Su Yapıları

5.1. Karasal/İç Sular

5.1.1. Su Yolları

5.1.2. Su Kütleleri

5.2. Deniz Suları

5.2.1. Kıyı Lagünleri

5.2.2. Nehir Ağızları, Deltalar

5.2.3. Deniz ve Okyanus

Tüm bunlardan yola çıkarak, çok paydaşlı olan ve tüm paydaşları olabildiğince proje içine aktif olarak dâhil etmeyi amaçlayan bu çalışma için öncelikli olarak bir fizibilite çalışması yapılması uygun bulunmuş ve 9 ay sürecek olan "**Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma ve İzleme Sistemi (UASİS)**" Fizibilite çalışmaları 2017 yılı itibari başlamıştır.

2. YÖNTEM

"**Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma ve İzleme Sistemi (UASİS) Fizibilite Projesi**" ülkemizde "Derin Öğrenme" ve Kitle Kaynak Platformları" hususunda önemli projeler gerçekleştirmiş, Rasat, Göktürk-2 ve Göktürk-1 milli uydularının fırlatılmasında yer almış TÜBİTAK-BİLGEM ve TUBİTAK-UZAY ile birlikte başlamıştır. Fizibilite çalışmaları kapsamında ele alınan iş paketleri;

- Paydaş Analizi
- Uluslararası Benzer Örneklerin İncelenmesi
- Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflarının ve Sistemin Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi
- Ana Projenin Maliyet ve Termin Planının Oluşturulması

olarak ele alınmıştır.

2.1. Paydaş Analizi

Proje, birçok kamu kurum ve kuruluşunun çalışmalarını yürüttüğü, farklı amaçlarla çalışmalar yaptığı ve veri ürettiği ya da üretilmiş olan verileri kullandığı bir alanı kapsamaktadır. Bu nedenle, projenin içeriği ve çıktıları birçok kurumu doğrudan ya da dolaylı olarak ilgilendirmektedir. Projenin başarıya ulaşması ve çıktılarının verimli bir şekilde ilgili tüm kurum/ kuruluşlara hizmet etmesi açısından, ilk aşamada proje paydaşlarının doğru ve eksiksiz bir şekilde belirlenmesi ve ihtiyaç analizinin doğru yapılması oldukça önemlidir.

Bu sebeple, fizibilite çalışmasının Paydaş Analizi aşamasında her bir paydaş kurum görev ve yetkileri kapsamında titizlikle değerlendirilerek belirlenmiş ve ilgili idari ve teknik personelleri ile yapılan toplantılar dâhilinde gerçekleştirdikleri faaliyetler, veri altyapıları, projeye sağlayacakları katkılar ve projeden edinecekleri yararlar üzerinde çalışılmıştır.

Analiz aşamasında, her kurum özelinde hazırlanarak toplantı öncesinde paydaşlara gönderilen Paydaş Soru Setlerinden faydalanılmıştır. 2017 yılı Temmuz ayında başlanan Paydaş Kurum Ziyaretleri aşağıdaki listede bulunan tüm kurumların ilgili birimleri ile görüşülerek yaklaşık 3 aylık bir sürede tamamlanmıştır.

Proje Paydaş Kurumları:

- Orman ve Su İşleri Bakanlığı
    - Orman Genel Müdürlüğü
    - Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
    - Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
    - Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
    - Meteoroloji Genel Müdürlüğü
    - Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
    - TRGM- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
    - TAGEM- Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
    - BÜGEM- Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
    - CBS Genel Müdürlüğü
    - Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
    - Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü
    - Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
    - MİGEM- Maden İşleri Genel Müdürlüğü
- Kültür ve Turizm Bakanlığı
    - Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü
    - Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü
- Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
    - KGM- Karayolları Genel Müdürlüğü
- Maliye Bakanlığı
    - Milli Emlak Genel Müdürlüğü
- Kalkınma Bakanlığı
    - TUİK- Türkiye İstatistik Kurumu

- AFAD- Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
- HGK- Harita Genel Komutanlığı

Gerçekleştirilen paydaş görüşmeleri ile paydaşlardan gelen geri bildirimler ve Paydaş Soru Seti cevapları doğrultusunda, ülkemizde arazi örtüsü/ kullanımı verisini kullanan, veri sağlayan yada bir şekilde bu veri ile ilgisi bulunan tüm kurumların ilgili faaliyetleri ve ihtiyaçlarını içeren bir İhtiyaç Analizi oluşturularak, ülkemizin mevcut durumu, veri altyapısı ve ihtiyacını içeren bir rapor haline getirilecektir.

2.2. Uluslararası Benzer Örneklerin İncelenmesi

Fizibilite kapsamında, arazi örtüsü/ kullanımı veri tabanı bulunan, veriyi üreten, belirli zamanlarda değişimini izleyen ülkelerin, sınıflandırma sistemleri, sınıf yapıları, kullandıkları modeller, karşılaştıkları problemler ile tecrübe ve birikimleri araştırılarak Türkiye'de uygulanabilirlikleri çalışılmıştır. Bu kapsamda özellikle, İngiltere, Almanya, Avusturya, Finlandiya, Hollanda, İrlanda, İspanya, Macaristan örnekleri ayrıntılı olarak incelenmektedir. Sonuçlar bir rapor haline getirilerek ülkemizde uygulanabilirlikleri değerlendirilecektir.

2.3. Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflarının ve Sistemin Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi

CORINE Projesi Avrupa Çevre Ajansı tarafından 1985 yılında tasarlanmış, Avrupa Birliği ve Çevre ülkelerinin "Arazi Örtüsü/Kullanımı" izleyen bir programdır. 1990, 2000, 2006 ve 2012 yıllarına ait 29 adet ülke için veriler bu program dâhilinde üretilmiştir. Ülkemizin bu program içerisindeki sorumlu kuruluşu "Orman ve Su İşleri Bakanlığı-OSİB'dır. CORINE programı için 3 seviyede, 44 adet alt sınıfta 1/100.000 ölçeğinde üretilen veriler yetersiz kalmakta, ilgili kurumlar tarafından kullanılamamaktadır. Üretilen sınıflar Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenmiş ve ülkemiz ölçek ve yapısına uymamaktadır. Bu minvalde OSİB 2015 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (UHUZAM) müşavirliğinde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma kapsamında 4 seviyede, 71 adet alt sınıfta, 1/25.000 ölçeğinde ve ülkemiz ihtiyaçlarına yönelik belirlenen sınıflara haiz bir rapor çıktı olarak sunulmuştur. Ancak, rapor içeriğinde çalışmaya katılan kurumların ihtiyaçları doğrultusunda belirlenen 71 adet sınıfın üretilebilirliği konusunda bir çalışma yapılamamıştır. CORINE sınıflarının mevcut 3 seviyesine eklenmiş 4. Seviye sınıflar aşağıda gösterilmiştir;

1. Yapay Bölgeler

1.1. Şehir yapısı

1.1.1 Sürekli Şehir Yapısı

1.1.1.1. Sürekli Şehir Yapısı (%80-%100)

1.1.2 Kesikli/Süreksiz Şehir Yapısı

1.1.2.1. Yüksek Yoğunluklu Süreksiz Şehir Yapısı (%50*%80)

1.1.2.2. Düşük Yoğunluklu Süreksiz Şehir Yapısı (%30-%50)

1.2.Endüstri, Ticaret ve Ulaşım Birimleri

1.2.1.Endüstriyel ve Ticari Birimler

1.2.1.1. Endüstriyel veya Ticari Birimler

1.2.2.Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar

1.2.2.1. Karayolları ve İlgili Alanlar

1.2.2.2. Demiryolları ve İlgili Alanlar

1.2.3.Limanlar

1.2.3.1. Ticari ve Askeri Limanlar

1.2.3.2. Tersaneler

1.2.3.3. Balıkçı Limanları

1.2.3.4. Diğer Liman Alanları

1.2.4.Havaalanları

1.2.4.1. Havaalanları

1.3.Maden Ocağı, Boşaltım ve İnşaat Sahaları

1.3.1. Maden Çıkarım Sahaları

1.3.1.1. Maden Çıkarım Sahaları

1.3.2. Boşaltım Sahaları

1.3.2.1. Boşaltım Sahaları

1.3.3. İnşaat Sahaları

1.3.3.1. İnşaat Sahaları

1.4. Yapay, Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar

1.4.1. Yeşil Şehir Alanları

1.4.1.1. Yeşil Şehir Alanları

1.4.2. Spor ve Eğlence Alanları

1.4.2.1. Spor Alanları

1.4.2.2. Eğlence Alanları

2. Tarımsal Alanlar

2.1. Ekilebilir Alan

2.1.1. Sulanmayan Ekilebilir Alanlar

2.1.1.1. Sulanmayan Ekilebilir Alan

2.1.1.2. Sulanmayan Ekilebilir Alanlardaki Seralar

2.1.1.3. Meyve Ağacı ve Meyve Çalılığı Fidanlıkları

2.1.2. Sürekli Sulanan Alanlar

2.1.2.1. Sürekli Sulanan Tarlalar

2.1.2.2. Sürekli Sulanan Alanlardaki Seralar

2.1.3. Pirinç Tarlaları

2.1.3.1. Pirinç Tarlaları

2.2. Sürekli Ürünler

2.2.1. Üzüm Bağları

2.2.1.1. Üzüm Bağları

2.2.2. Meyve Bahçeleri

2.2.2.1.Çay Bahçeleri

2.2.2.2.Diğer Meyve Bahçeleri

2.2.3. Zeytinlikler

2.2.3.1. Zeytinlikler

2.3. Meralar

2.3.1. Mera Alanları

2.3.1.1.Ağaçsız ve Çalısız Mera, Çayır ve Sürekli Çimenlik Alanlar

2.3.1.2.Ağaçlı ve Çalılı Mera, Çayır ve Sürekli Çimenlik Alanlar

2.4. Karışık Tarımsal Alanlar

2.4.1. Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler (TR kullanmıyor)

2.4.1.1. Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler

2.4.2. Karışık Tarım Alanları

2.4.2.1. Karışık Tarım Alanları

2.4.3. Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları

2.4.3.1. Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları

2.4.4. Ormanla Karışık Tarım Alanları (TR kullanmıyor)

2.4.4.1. Ormanla Karışık Tarım Alanları

3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar

3.1. Ormanlar

3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar

3.1.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 71-100)

3.1.1.2. Geniş Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 41-70)

3.1.1.3. Geniş Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 30-40)

3.1.2. İğne Yapraklı Ormanlar

3.1.2.1. İğne Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 71-100)

3.1.2.2.İğne Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 41-70)

3.1.2.3.İğne Yapraklı Ormanlar (Kapalılık % 30-40)

3.1.3. Karışık Ormanlar

3.1.3.1. Karışık Ormanlar (Kapalılık % 71-100)

3.1.3.2. Karışık Ormanlar (Kapalılık % 41-70)

3.1.3.3.Karışık Ormanlar (Kapalılık % 30-40)

3.2. Maki ve Otsu Bitkiler

3.2.1. Doğal Çayırlıklar

3.2.1.1.Ağaçsız ve Çalısız Doğal Çayırlıklar

3.2.1.2.Ağaçlı ve Çalılı Doğal Çayırlıklar

3.2.2. Fundalıklar

3.2.2.1. Fundalıklar

3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü

3.2.3.1. Sklerofil Bitki Örtüsü

3.2.4. Bitki Değişim Alanları

3.2.4.1. Kesilmiş Alanlar

3.2.4.2. Orman Fidanlıkları

3.2.4.3. Orman (Kapalılık % 11-29)

3.2.4.4. Genç Korular

3.2.4.5. Yanmış Ormanlar

3.2.4.6. Yangın Yolları

3.2.4.7. Diğer Bitki Değişim Alanları

3.3. Bitki Örtüsü İle Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar

3.3.1. Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar

3.3.1.1. Karasal Kum, Kumsallar ve Kumluklar

3.3.1.2. Kıyısal Kum, Kumsallar ve Kumluklar

3.3.2. Çıplak Kayalıklar

3.3.2.1. Çıplak Kayalıklar

3.3.3. Seyrek Bitki Alanları

3.3.3.1. Seyrek Bitki Alanları

3.3.4. Yanmış Alanlar

3.3.4.1. Yanmış Alanlar

3.3.5. Buzul ve Kalıcı Kar

3.3.5.1. Buzul ve Kalıcı Kar

4. Sulak Alanlar

4.1. Karasal Bataklıklar

4.1.1. Karasal Bataklıklar

4.1.1.1. Karasal Bataklıklar

4.1.2. Turbalıklar (TR kullanmıyor)

4.1.2.1. Turbalıklar

4.2. Denize Yakın Islak Alanlar

4.2.1. Tuz Bataklığı

4.2.1.1. Tuz Bataklığı

4.2.2. Tuzlalar

4.2.2.1. Tuzlalar

4.2.3. Gelgit Olayı ile Oluşan Düzlükler (TR kullanmıyor)

4.2.3.1. Gelgit Olayı ile Oluşan Düzlükler

5. Su Yapıları

5.1. Karasal/İç Sular

5.1.1. Su Yolları

5.1.1.1. Doğal Su Yolları

5.1.1.2. Yapay Su Yolları

5.1.2. Su Kütleleri

5.1.1.1. Doğal Su Kütleleri

5.1.1.2. Yapay Su Kütleleri

5.2. Deniz Suları

5.2.1. Kıyı Lagünleri

5.2.1.1. Kıyı Lagünleri

5.2.2. Nehir Ağızları, Deltalar

5.2.2.1. Nehir Ağızları, Deltalar

5.2.3. Deniz ve Okyanus

5.2.3.1. Deniz ve Okyanus

Arazi örtüsü/ kullanımı veri tabanı sistematiği oluşturulurken dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biri, kullanılacak olan sınıf modeli ve yapısının ihtiyaçlara uygun bir şekilde belirlenmesidir. Ayrıca verinin bir sistematik içerisinde üretilebilir ve kullanılabilir olması da gerekmektedir. Bu kapsamda, gerçekleştirilen paydaş analizi aşamasında, görüşülen paydaş kurumların ulusal seviyede ihtiyaç duydukları71 adet arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıfları tekrar ele alınmaktadır. Bu çalışma içeriğinde incelenen uluslararası benzer örnekler dikkate alınmaktadır.

Bununla birlikte, coğrafi veri üretiminde Avrupa düzeyinde standartları belirleyen INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) direktifleri ve kullanım önerileri sunan HELM (Harmonized European Land Monitoring) projesi ve benzeri standartlara uyum sağlanacaktır.

Fizibilite çalışmasında, ayrıca, arazi örtüsü/ kullanımı sonuçlarını üretmek için kullanılabilecek yardımcı veriler üzerinde de çalışılmaktadır. Bunun için, kullanılabilecek uydu görüntüleri analiz edilerek zamansal, mekânsal, spektral çözünürlük ve maliyet açısından değerlendirilip önceliklendirilmektedir. Değişimin daha az olduğu bölgelerde farklı çözünürlükteki raster veri kullanılabilirliği de incelenecektir.

Paydaş Analizi kapsamında kurumların elinde bulunan vektör veriler de analiz edilerek asıl projede kullanılabilirlikleri değerlendirilmektedir. Bunun için, fizibilite çalışması sonucunda belirlenecek ulusal sınıf etiketleri ile ilgili veri tabanındaki sınıfların uyumlulukları değerlendirilecektir. Ayrıca, Kamu kurumları haricinde ulusal/uluslararası kuruluşların (Copernicus Land Monitoring Service vb.) ürettiği vektör veri tabanları incelenerek kullanılabilecek bilgiler araştırılmaktadır. Raster ve vektör veri haricinde kullanılabilecek yardımcı veriler de (Sayısal Yükseklik Modeli (DSM), Sayısal Arazi Modeli vb.) tespit edilmektedir.

Ulusal ölçekte üretilen/üretilecek Arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının dinamik olarak (veri/görüntü geldikçe) izlenmesi için belirlenecek yeteri sayıdaki sınıflara yönelik paydaş kurumlar ile detaylı olarak çalışılacaktır.

Fizibilite çalışması sonucunda, ana projede üretilecek arazi örtüsü ve arazi kullanımı sonuçlarının doğrulamasının nasıl ve hangi bağımsız kuruluş/ kuruluşlar tarafından yapılacağı da belirlenecektir. Bu amaçla, üretilecek sonuçların doğruluğunu kabul edecek kurumlar (TÜİK vb.) ile koordineli olarak çalışılmaktadır.

2.4. Ana Projenin Maliyet ve Termin Planının Oluşturulması

Fizibilite çalışması kapsamında gelinen noktada; farklı ekosistemler ve farklı Arazi Örtüsü/Kullanım sınıflarını içeren bölgelerde yapılacak pilot çalışmalar düşüldüğünde projenin süresinin en az 4 yıl yıl sürmesi hedeflenmektedir. Proje kadrosu ve proje uygulama planı netleştikçe "Proje Maliyeti" ve Proje Termin Planı" da daha net ortaya çıkmış olacaktır.

3. VARSAYIMLAR VE RİSKLER

Projenin başarıya ulaşması için kurumların bir arada ve işbirliği ile çalışabileceği varsayımından yola çıkılmıştır. Bu doğrultuda, oluşabilecek en büyük risk kurumların işbirliği konusunda yeterli desteği verememesidir. Öngörülen bir diğer risk ise, farklı kurumların bünyesinde üretilen verilerin harmonizasyonunun beklenen seviyede yapılamamasıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın en temel sonucu, ilgili tüm paydaşların ihtiyaçları dikkate alınarak ve milli kaynakların etkin kullanımı önceliği ile sürdürülebilir bir arazi örtüsü izleme sistemi modelinin belirlenmesi ve bunun için gerekli olan kapsam ve çalışma-işbirliği planının ortaya konulması olacaktır. Ayrıca, proje sonrasında uygulama ve yaygınlaştırma fazlarının da ölçeklenebilir ve sürdürülebilir bir sistem dâhilinde çerçevesinin çizilmesi hedeflenmektedir.

Proje çerçevesi çizilirken milli uyduların kullanımına öncelik verilecek olması milli uydu görüntülerinin tüm paydaş kurumlarca kullanımını sağlarken; bu görüntülerin hangi özelliklerde olması gerektiği konusunda da AR-GE niteliğinde bir çalışma gerçekleştirilmiş olacaktır.

Çalışma sonuçlarının ayrıca aşağıdaki plan-projelere de önemli bilgi kaynağı olması beklenmektedir;

- Erozyon Sahalarının Tespiti ve İzlenmesi,
- Dinamik Su ve Rüzgar Erozyon Modeli,
- Çölleşme İle Mücadele,
- Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi,
- Toprak Bilgi Sistemi,
- Potansiyel Ormancılık Faaliyet Sahalarının Belirlenmesi,
- Sel Kontrol Faaliyet ve Modelleme Projeleri,
- Tarımsal Kuraklık Eylem Planı,
- Kyoto Protokolü içerisinde de yer alan LULUCF projesi,

- NATURA 2000 projesi,
- Su ve Atık yönetimi Planlarının hazırlanması,
- Havza Eylem Planları,
- Çevre Düzeni Planları
- Beşer Yıllık Kalkınma Planları vb.

Sonuç olarak, gerçekleştirilen bu çalışmanın, ülkemize özgü arazi örtüsü ve arazi kullanımına ilişkin ihtiyaçları dikkate alarak hem yöntem hem kapsam hem de altyapı olarak özgün bir sistemin geliştirilmesi ile arazi örtüsünün dinamik olarak izlenebilmesi ve değişimlerin belirlenebilmesi açısından ülkemizdeki önemli bir ihtiyacı karşılaması beklenmektedir.

DSİ YUKARI HAVZA ÇALIŞMALARI

Engin YILDIRIM
Orman Mühendisi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü-Ankara,
enginy@dsi.gov.tr

ÖZET

Günümüze kadar çeşitli uygarlıkları ve ulusları barındırmış olan Anadolu topraklarında tarihi devirler içerisinde birbirinden farklı kuraklık ve erozyon evrelerine rastlanmıştır. Ülkemizde özellikle son 60 yılda nüfus yoğunluğunun da artmasıyla doğal kaynaklar aşırı ve bilinçsizce tahrip edilmeye başlanmıştır. Orman alanların azalması yanında meraların plansız ve aşırı otlatılması, eğimli arazilerde hiçbir koruyucu önlem alınmadan tarım yapılması nedeniyle toprağı yerinde tutan ve onu koruyan doğal bitki örtüsü azalmaya başlamış ve toprak, su ve rüzgâr etkisiyle aşınmaya ve taşınmaya başlamış ve erozyon süreci hızlanmıştır. Sağanak yağışlar sonucu artan yüzey akışları nedeniyle dere mecralarında debilerin yükselmesi sonucu her yıl oluşan sel ve taşkınların sayısı artmıştır.

Can ve mal kayıplarını önlemek, toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların devamlılığını sağlamak ve etkinliğini arttırmak bakımından erozyonun kontrolüne ve dolayısıyla akarsu ve yan derelerde sediment hareketinin sınırlandırılmasına zorunluluk bulunmaktadır.

DSİ Genel Müdürlüğü yasal çerçevede su yönetiminde görev alan etkin bir kuruluş olarak sel, taşkın ve erozyonun önlenmesinde daima duyarlı bir yaklaşım içerisinde olmuştur.

Bu bildiride DSİ Genel Müdürlüğü'nün yukarı havzalarda yapmış olduğu çalışmalar anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Sel, taşkın, yukarı havza, sediment*

FLOOD AND EROSION PROTECTION IN THE UPPER BASINS OF TURKEY DSI APPLICATIONS

ABSTRACT

Anatolia which is the cradle of manynation sand civilizations has encountered many different types of drought and eroison periods fom the past till now. Natural resources has been exhausting excessiviely with an insensible manner particularly as regards to population growth in the last 60 years period in our country. In addition to decrease in forest areas, unplanned and excessive grazing of pastures and uncontrolled agricultural activities in thesloppedareasarethe main reasons for decline of plant cover protecting the soil fromeroison. Consequently, soileroison has been axecelerated by water and wind forces. In recent years, flood events has been significantly increasing depending on theincrease of surface flowrises

In order to prevent life and property loses, to develop the water resources in a sustainable manner and increase efficiency of these activities, eroison control and structural measures to stabilize sediment loads has crucial importance. State Hydraulic Works of Turkey (DSI in Turkish acronomy) with its legal and effective role on water management, followed sensitive policies and applications for prevention of floods and eroision. In this study, the flood control studies in upper basins of DSI is going to be explained.

Keywords: *Flood, upperbasin, sediment*

1-GİRİŞ

Ülkemiz 1132 m ortalama yüksekliğe sahip dağlık bir görünümdedir. Yüksekliklerin artmasıyla birlikte yamaç eğimleri dikleşir. Türkiye dağlık bir ülke olması dolayısıyla, erozyon ve sellerden en fazla etkilenen ülkelerden biridir. Akdeniz, Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri erozyona oldukça yatkındır. Batıda ise yan dere havzalarında erozyon etkilidir. Karadeniz Bölgesinde bitki örtüsünün tahrip edilmesi ve yol yapımı nedeniyle son yıllarda heyelanlar, yamaç göçmeleri ile birlikte sel ve taşkınlar meydana gelmektedir.

Akarsu havzalarında bitki-toprak-su arasındaki doğal dengenin bozulmadığı bölgelerde toprağın aşınması (erozyon), taşınması (transportasyon) ve çökelmesi (sedimentasyon) olayları normal ölçülerde olup, genellikle problem teşkil etmezler. (Kırık, 1985)

Toprak erozyonu ve seller Ülkemizde en önemli çevre sorunu niteliğinde ve insanlarımızı açlığa, yoksulluğa, susuzluğa ve göçe zorlamaktadır.

Erozyon ve seller; baraj, gölet, taşkın koruma tesisleri ve limanların sediment ile dolarak ekonomik ömürlerinin kısalmasına, yerleşim yerlerinde sel-heyelan ve taşkınların artmasına, tarım arazilerinde taşkın ve sediment zararlarına, kırsal kesimden kente göçün hızlanmasına, meraların ve ormanların bitki örtüsünün zayıflamasına neden olurlar.

Ülkemizde sel/taşkın olayları önemli bir doğal afet konumunda olup, AFAD tarafından 1950-2008 yılları arasında tutulan kayıtlara göre can kaybı ve etkilenen yerleşim yerleri açısından deprem ve heyelanlarla birlikte ilk üç sırada yer almaktadır.

Sel terimi, çoğunlukla şiddetli yağışların ardından yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal (asılı yük ve yatak yükü halinde taşıntı) içeren büyük su kitlesini ifade eder. Yan derelerden gelen sellerin kısa sürede ana akarsuya ulaşmasıyla vadi boyunca yatakta akan suyun yükselmesi ve normal yatağına sığamayıp taşkın yatağına ve çevresindeki taşkın düzlüğüne yayılması şeklinde gerçekleşen olaya ise taşkın denir (Görcelioğlu, 2003). Sonuç olarak iki olayda yüksek su akışları nedeniyle yaşanmakla birlikte, genellikle seller akarsuların üst kotlarındaki alanlarda görülürken, taşkınlar ise mansap yatağındaki nispeten düz arazilerde yaşanmaktadır.

Erozyon ve sediment kontrol amacıyla uygulanacak yöntemler, yukarı havzada su ve materyal kaybını azaltacak, aşağı kesimlerde ise suyu ve materyali zararsız bir şekilde akıtmaya yönelik olacaktır (Uzunsoy, 1985)

Erozyon ve sellerin kontrol altına alınması için uygulanacak teknik ve idari önlemlerden oluşmaktadır. Teknik önlemler yamaç arazi ile oyuntu ve mecra ıslahı önlemlerinden oluşmaktadır.

Sorunlu bir yan dere havzasında alınması zaruri yamaç arazi ıslahı önlemlerinin gayesi, bozulan doğal dengenin yeniden tesis edilmesidir. Böylece

yağmur damlalarının toprak üzerindeki tahrip edici etkisinin ortadan kaldırılması, yüzey akışlarının azaltılarak tehlikesiz bir şekilde akması, su ve toprağın korunması hedeflenir.

Yüzeyden gelerek oyuntu ve mecralarda toplanan sular, mecra yönünde akarak kazanmış oldukları kinetik enerji nedeniyle mecra taban ve kıyıları aşındırıp, oyarak erozyon oluşturmaktadır. Akan suyun miktarı ve hızı ile erozyonun oluşmasında sıkı bir ilişki vardır. Bu nedenle erozyon kontrol önlemleri, akan suyun kütle ve hız faktörlerini azaltmak amacına yöneliktir. Mecralarda erozyon ve sediment hareketinin durdurulabilmesi için, akan suyun oyma ve sürükleme gücüyle suyun üzerine aktığı zeminin direnci arasında bir denge kurmak gerekmektedir. Bu denge iki şekilde kurula bilinir. Ya mecra ve oyuntularda taban eğimini düşürerek suyun hızını ve dolayısıyla sürükleme gücünü azaltarak mevcut dere profilin de değişiklik yapmak. Bunu da mecra eksenine dik olarak inşa edilen tek ya da kademeli tesislere enine yapılar denir ki, bunlar çeşitli cins eşikler, taban kuşakları, britler, ıslah sekileri ve tersip bentleridir. Ya da mevcut dere profilini değiştirmeden yapılacak tahkimatla zeminin direncini arttırmak. Zeminin direncini arttıran tesisler, çeşitli cins kaplamalar ve boyuna inşa edilen yapılardır..Boyuna inşa edilen yapılar ile kaplamalar yukarı havzadan çok mansap ıslahında kullanılmaktadır. Yukarı havza ve aşağı havza çalışmaları birbirini bütünleyen fakat biri diğerinin yerini tutmayan çalışmalardır.

Sel dereleri ülkemizde geçmişte olduğu gibi gelecekte de taşıdıkları sular ve sediment nedeniyle zarar oluşturmaya devam edecektir. DSİ'de 60 yıla yakın bir süredir yapılan ve oldukça başarılı olan ıslah çalışmaları devam etmektedir. Yapılacak çalışmalarda, yan derelerdeki mevcut problemin durumuna göre uygulanacak enine yapıların, bu konuda arazi tecrübesine sahip teknik elemanlarca yeterli sayı ve vasıfta tespiti, problemin çözümü ve ekonomik açıdan göz önüne bulundurulması gereken oldukça önemli bir konudur.

2. YUKARI HAVZADA UYGULANAN ENİNE YAPILAR

DSİ Genel Müdürlüğünce yukarı havzada dere taban profilini değiştirerek yapılan ıslah çalışmalarıdır. Bunlar; taban kuşakları, britler, ıslah sekileri, tersip bentleri, geçirgen tersip bentleri ve sel kapanları olarak sıralaya biliriz. Ayrıca ülkemizde sadece bir yerde deneme amacıyla yapılmış moloz bariyerleri de dere taban profilini değiştiren yapılar arasına koyabiliriz.

2.1. Taban Kuşakları ve Brit

Derelerde inşa edilen britler mansap ıslah önlemlerinde yer almakta olup, taban kuşakları ise hem yukarı havza hemde mansap önlemleri içerisinde uygulama olanağı bulunmaktadır.

2.1.1.Taban Kuşakları

Yatak genişliği fazla olan içerisinde malzeme hareketinin durmadığı ve mansaba taşınmanın devam ettiği durumlarda, derelerde belirli bir denge eğimi ile suyun enerjisi kırılarak hareket eden malzemeyi yerinde tutmak için inşa edilirler. Aynı zamanda, önceki yıllarda birikmiş sedimentin oyularak mansaba taşınmasını önlemek ve yerinde tutmak, kıyı oyulmaları olan yatak kesitlerinde oyulmaları önleyip, geniş yataklarda düzenli bir akım da sağlamak amacıyla yapılan enine yapılardır(**Resim 1).**



Resim 1: Taban Kuşağı (Manisa-Salihli-Kurşunlu Çayı)

Bu yapılar söz konusu oyulmaları önlediği gibi, yatakta düzgün akımda sağlarlar. Yükseklikleri fazla olmayan (0,5-1,5 m) bu yapıların tamamı, bazı durumlarda savak olarak çalıştırılır. Projelendirilmeleri ıslah sekileri ile aynıdır ve yöredeki malzemenin durumuna göre kargir ya da beton olarak inşa edilirler.

2.1.2.Britler

Taban kuşaklarına benzer bir yapıda olan britler, sediment akımı olmayan ya da problem oluşturacak düzeyde olmadığı, ancak oyulma problemleri olan doğal ve yapay mecralarda, suyun enerji hattı eğimini düşürerek taban oyulmalarını önlemek için yapılan kaplama, taş, kaya tesisler ve kıyı duvarlarının korunması amacıyla inşa edilen alçak ve enine yapılardır.(**Resim 2)**



Resim 2: Brit (Manisa-Turgutlu-Irlamaz Çayı)

Belirlenen proje eğimine göre taşınan ve sürüklenen ince materyalin zamanla britler arasında birikmesi doğaldır.

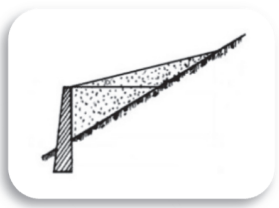
2.2.Islah Sekileri

Derelerde taban eğiminin düşürülerek suyun hızını, dolayısıyla sürükleme gücünü azaltmak mecralardaki erozyonu önlemenin en etkili yoludur. Dere eksenine dik olarak inşa edilen tek ya da kademeli yapılara enine yapılar denilmektedir. Enine yapıların en etkili olanı ise ıslah sekileridir.

Sel derelerinde tabanın korunması, göçüntülü, heyelanlı kıyıların ve yamaç eteklerinin desteklenmesi, yatak yükü taşınımının azaltılması ya da fazla taşıntının uygun yerlere depolanması amacıyla dere yataklarında yapılan tek yada bir dizi (sistematik) yapılara denir.(Görcelioğlu, 2005)

Çoğu kez tersip bentleri ile karıştırılan ıslah sekilerinin ana fonksiyonları; inşa edildikleri yerde ve menbaya doğru belirli bir mesafe içinde dere taban ve kıyılarını erozyona karşı korumak, oluşan yamaç göçmesi ve heyelanları kontrol altına almaktır. Bu ana fonksiyonlarının yanı sıra; büyük boyutlu yatak yükünün hareketini durdurmak, belirli bir mesafede derenin eğimini düşürmek, dere tabanında çökelmiş materyali yeniden harekete geçmesini engellemek, yukarı havzadan gelecek rüsubatı durdurmak, bir miktar suyu geçici olarak depolamak olarak sıralana bilinir.

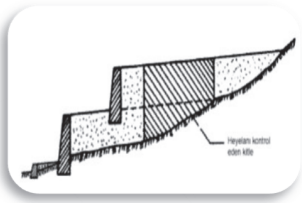
Sekiler işlevlerine ve derelerdeki problemin çeşidine göre **Münferit (Resim 3)**, dere mecrasında olan oyulmalar ve yamaç göçmeleri boyunca **Sistematik (Resim 4)**, heyelanlar ve büyük yamaç göçmelerini önlemek için birbirinin dolgusu üzerine kademeli olarak inşa edilen **Breton (Resim 5)** olmak üzere 3'e ayrılır.



Münferit



Sistematik



Breton



Resim 3: Münferit Islah Sekisi (Artvin-Murgul-Murgul Çayı)

Islah sekilerinin yer seçimlerindeki en önemli faktör sekinin inşa nedenidir. Islah sekileri, problemli olan dere yatağının hemen mansabında inşa edilecekleri için yerleri hemen hemen bellidir.

En ekonomik kesit dar kesit olmakla beraber her zaman dar bir kesit bulmak mümkün olmayabilir. Dar kesit her zaman en uygun yer de olmayabilir.



Resim 4: Sistematik Islah Sekisi (Sivas-Suşehri-Uludere)

Sekilerin temeli, maliyet açısından oldukça önemlidir. Seki temelinin sağlam olması açısından dere tabanındaki kayalıklar en uygun yerlerdir.



Resim 5: Breton Islah Sekileri Muğla-Fethiye-Seydişehir-Bozluca Dere

Ancak dere tabanında kayalık alan bulmak oldukça zordur. Bu nedenle kayalık zemin bulunmadığı durumlarda kum-çakıl zeminler üzerinde inşa edilmesi zorunluluğu doğmaktadır. Kum-çakıl zeminlerin yeterli olması ve diğer temel koşulların sağlanması durumunda bu zeminlerin stabilite açısından bir sakıncası yoktur.

Kil ve çamurlu zeminlerden kaçınmak gerekir. Killi zeminler sızma tulü kısa çıkar. Kil zeminler su aldıklarında şişer, bünyelerindeki suyu attıklarında ise büzülmeler olur. Bu nedenle zeminde büzülme ve kaymalar olur. Ayrıca yamaçlardaki çökmelerden dolayı kaymalar da olmaktadır. Derelerde yamaçları stabil olmayan, göçme ve heyelan olan mecra bölümlerinden kaçınılmalı ve mecbur kalmadıkça bu kesimlerde seki inşa edilmemelidir.

2.3.Tersip Bentleri

Fazla miktarda sediment taşıyan ve bu nedenle mansapta çeşitli problemlere neden olan akarsularda, sediment kaynaklarına yukarı havza erozyon ve sediment kontrol önlemleriyle müdahale olanağı bulunmadığı (sediment oluşumunun kayalık alanlardaki fiziki ayrışma, yol inşatı artıklarından kaynaklanması vb. gibi), sediment oluşumunun kabul edilebilir ölçüde önlenemediği ya da sedimentintersip bentleriyle depolanmasının yukarı havza erozyon ve sediment kontrol önlemlerine göre çok avantajlı olduğu durumlarda, sedimentin mansaba taşınmadan kontrolü düşünülmektedir (Dinçsoy,1991). İşte yağış havzalarından kaynaklanan sedimenti mansaba intikal etmeden depolamak amacıyla akarsu yataklarında inşa edilen enine yapılara tersip bendi ya da biriktirme barajları denmektedir.

Tersip bentlerinin amacı, yukarıdaki tanımından da anlaşılacağı gibi, dere yağış havzalarında oluşan ve sarfiyatlarla taşınan sedimentı depolamak suretiyle, mansaba sediment intikalini önlemektir. Bu nedenle, tersip bentlerinin asıl işlevi koruyucu niteliktedir. Bunun yanında, dolaylı olarak arkalarında biriktirdikleri sedimentle, dere yatak eğimini kırmaları ve yatakta su yükünü azaltmaları sonucu, suyun aşındırma ve sürükleme gücünü düşürdükleri için, belirli bir yatak uzunluğunca mecrada oyulmaları da önlerler. Bu nedenle, bazı durumlarda belirli bir yatak uzunluğunda dolaylı olarak ıslah edici fonksiyonları da olabilir.

Tersip bentlerinin rezervuarı tamamen sedimentle dolduktan sonra işlevleri de sona erer. Bazen rezervuarlarının suni olarak boşaltılması ya da malzeme ocağı olarak kullanılması düşünülebilir. Bu gibi durumlarda rezervuarlarının boşaltılması işlevi periyodik olarak devam ettiği müddetçe koruyucu fonksiyonları da devam eder.

Tersip bentleri yapımlarında kullanılan malzeme cinsine göre 4'e ayrılır.
-Kargir, beton ve betonarme
-Toprak seddeli
-Toprak dolgu gövdeli
-Fildöfer (Gabion)

2.3.1. Kargir, Beton ve Betonarme Tersip Bentleri

Derelerde, tersip bendi inşa edilecek aks yerinin fazla geniş olmadığı durumlarda, tersip bendinin tamamen kargir olarak inşası tercih edilir **(Resim 6).**



Resim 6: Kargir Tersip Bendi



Resim 7: Beton Tersip Bendi Rize

Ancak uygun özellikte ve yakınlıkta taş malzemenin bulunmadığı ve naklinin oldukça pahalı olduğu durumlarda ise, beton veya betonarme olarak inşa edilmesi düşünülebilir. **(Resim 7)**

Kargir yapılar estetik olarak doğaya daha uygun oldukları gibi, bakım ve onarımları daha kolaydır. Özellikle fazla sediment taşıyan derelerde inşaatlarının özenle yapılmaları durumunda aşınmalara karşı daha dayanıklıdırlar.

2.3.2.Toprak Seddeli Tersip Bentleri

Derelerde tersip bendi inşa edilecek yatak genişliğinin geniş olduğu durumlarda, yapının ekonomisi nedeniyle tercih edilmektedir. Bu yapılarda, dolu savağa rastlayan gövde bölümü ile enerji kırıcı tesisler (düşü havuzu, radye, düşü havuzu duvarları ve parafuy savak) kargir veya beton olarak inşa edilmekte, geri kalan gövde uzantıları toprak seddeyle teşkil edilmektedir. Seddelitersip bentlerinde dolusavağın kenarından başlayan tek ya da iki taraflı seddeler yamaçlara kadar uzatılır**(Resim 8)**



Resim 8: Toprak Seddeli Tersip Bendi Isparta

2.3.3.Toprak Dolgu Gövdeli Tersip Bentleri

Göletlerde olduğu gibi toprak dolgu gövde ile yandan veya ortadan akışlı bir dolu savaktan oluşmaktadır **(Resim 9).** Dolu savak kargir veya beton olarak yapılmaktadır. Tersip bendi rezervuarlarında suyun göllenmesi barbakan ve dip savaklar nedeniyle kısa sürede tahliye edildiğinden dolayı, seddelerin geçirimsiz ya da yarı geçirimli, homojen dolguyla yapılması yeterli olup, zonlu veya perdeli dolgu tesisine gerek yoktur. Bu amaç içinse, çoğu zaman deredeki mevcut malzeme yeterli olmaktadır. Dere malzemesinin sedde oluşturmak için yeterli olmadığı durumlarda, malzemenin uygun yerlerden temini ve taşınması gerektiği takdirde, ekonomi göz önünde bulundurularak karar verilir.



Resim 9: Toprak Dolgu Gövdeli Tersip Bendi Isparta

2.3.4.Fildöfer (Gabion) Tersip Bentleri

Kum ve çimento naklinin pahalı ve temininin zor olduğu, inşa yerinde ise uygun ve yeterli taş bulunması durumunda maliyet açısından tercih edilen yapılardır**(Resim 10).**



Resim 10: Fildöfer (Gabion) Tersip Bendi Kayseri

Fildöfer (gabion) tel (Kafes) sandıkların taşla doldurularak tersip bendi biçiminde inşa edilirler. Bakımları oldukça zor ve pahalıdır. Ayrıca fazla miktarda iri malzeme (çakıl-taş-kaya) taşıyan derelerde, hasarlanmalar ve sık onarıma ihtiyaç göstermeleri nedeniyle yapılmaları tavsiye edilmemektedir. Derelerdeki acil problemlerin halledilmesinde geçici tesisler olarak yapılmaları düşünülmelidir.

Ülkemizde DSİ Genel Müdürlüğünce yürütülen yukarı havza rüsubat kontrol çalışmalarında en çok kargir tersip bentleri tercih edilmektedir. Son yıllarda taş işçiliğinde kalifiye eleman sıkıntısı ile taş temini ve nakliyesindeki zorluklar nedeniyle beton tersip bentleri tercih edilmektedir. Ancak koşulların uygun olduğu durumlarda, bakım onarım kolaylığı, dayanıklılığı ve tabiata uygunluğu dolayısıyla kargir tersip bendi yapılması tercih edilmelidir.

2.4.Geçirgen (Süzücü) Tersip Bentleri

Tersip bentleri havzadan taşınan (kum-çakıl-taş-kaya vb. gibi) her cins malzemeyi depolayacak şekilde inşa edildikleri gibi, yalnızca kaba malzeme (taş-kaya) depolayacak şekilde de inşa edilen yapılardır. Ülkemizde örneği yeni görülmeye başlayan kaba malzeme depolayan tersip bentleri, Avusturya, Fransa, Japonya gibi ülkelerde sıkça yapılmaktadır.**(Resim 11)**



Resim 11: Geçirgen Tersip Bendi Salzburg/Avusturya

Fazla miktarda kaba malzeme taşıyan derelerde, yalnızca kaba malzeme depolayan tersip bentleri inşasında iki amaç düşünülmektedir. Birinci olarak, kum-çakıl gibi inşaatlarda kullanılan malzemenin temininde zorluk çekildiği durumlarda, kaba malzeme tersip bendi rezervuarında tutulmakta ve mansaba taşınan kum-çakıl malzemesi biriktirme havuzlarında toplanarak kullanılmaktadır. İkinci olarak kaba malzemenin tersip bendinde tutulması sonucu, mansaba taşınan kum-çakılın problem oluşturmadığı durumlarda inşa edilirler.

İnşa şekilleri çeşitli olmakla birlikte en çok kullanılan tip, dolu savağa rastlayan gövde bölümü yatay ve dikey putrellerle inşa edilmektedir. Diğer bir tipte ise barbakanlar geniş ve ızgaralı olarak inşa edilmektedir.

Kaba malzeme depolayan tersip bentlerinde yatay ya da dikey profillerin aralarındaki mesafe, dere yatağındaki ve gelebilecek malzeme çapının 1,5 katı boyutundaki materyali tutacak boyutta ayarlanır. Başka tersip bendi inşa olanağı yoksa kaba malzeme ile dolan rezervuarların boşaltılarak tersip bendi işlevinin sürekliliğinin sağlanması düşünülmektedir.

Ülkemizde ilk uygulamaları Rize-Güneysu-Taşlı dere de inşa edilmiş olup, olumlu sonuçlar alınmıştır.**(Resim 12-13)**



Resim 12: Geçirgen Tersip Bendi Taşkın Öncesi Rize



Resim 13: Geçirgen Tersip Bendi Taşkın Sonrası Rize

2.4. Sel Kapanları

Yüksekliği 15 metreden, depolama hacmi $5x10^6$ m^3'ten az olan taşkın sularını rezervuarında depolayarak piklerin kırılmasını sağlayan, mansaba planlana miktarda su bırakarak belirli zamanlarda meydana gelen taşkın akımlarını daha uzun bir devreye yayarak ayarlayan alçak barajlara sel kapanları denir **(Resim 14).** Barajlarla en belirgin farkı depolama hacmi kapasitesi ve sızmada gösterilen toleranstan dolayı suyun uzun süre tutulmamasıdır.(Balcı ve Öztan, 1987)

Sel kapanları ıslah edilecek mansap kısmı uzun ise genellikle uygun ve ekonomik bir çözümdür. Özellikle yukarı havza ıslahı ve uygulamalarının zor olduğu havzalarda, diğer tesislere oranla işletme ve bakım giderleri daha azdır. Sel kapanlarının dezavantajı tesisin yıkılması durumunda meydana gelebilecek zararın çok fazla olmasıdır. Kretleri yol olarak da kullanıla bilinir.



Resim 14: Sel Kapanı

Sel kapanlarında dolu sava, gelen taşkın sularından fazlasını tahliye eder. Dip savak ise yörenin şartlarına göre sürekli veya taşkın zamanlarında açık tutulurlar.

2.5. Moloz Bariyerleri

Küçük havzalı ve yüksek akış değerlerine sahip olmayan, ulaşım nedeniyle kazı ve imalat çalışmalarının zor olduğu hallerde yapılmaktadır.



Resim 15: Moloz Bariyeri Taşkın Öncesi Rize



Resim 16: Moloz Bariyeri Taşkın Sonrası Rize

Maksimum 15 m yatak genişliği ve 5 m yüksekliğe kadar yan kollarda inşası önerilmektedir. Yamaçların kayalık olduğu yerler tercih edilir. Yamaçlara 1-1,5 m ankraj yapılarak çelik halatlar çekilir ve aralarına ağ yerleştirilir. Dolduklarında görevlerini tamamlamış olurlar ve temizlenmeleri gerekir. Ülkemizde sadece Rize ilinin Güneysu İlçesi Taşlı dere havzasında yan kolda denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.**(Resim 15-16)**

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde akarsu havzalarının çeşitli bölümlerinde çalışma yapan kurum ve kuruluşlar bulunmaktadır. Yukarı havza yamaç arazilerde yapılan erozyon kontrolü çalışmaları ile akarsulardaki mecra ıslahı çalışmaları birbirlerinin yerini tutmamakla birlikte bazı durumlarda birbirlerini büyük ölçüde tamamlayıcı olmaktadırlar. Bu nedenle taşkın afetinin önlenmesinde akarsu havzalarında entegre ıslah çalışmaları büyük önem arz etmekte olup, söz konusu çalışmaların aynı anda başlayamasa bile yakın zamanlı olacak şekilde uygulamaya geçmesi halinde taşkınların önlenmesinde ya da zararlı etkilerinin azaltılmasında önemli katkı sağlayacaktır.

Ancak tüm bu çalışmaların amacına ulaşmasında en önemli etken yine insan faaliyetleridir. Bu nedenle özellikle şehir taşkınlarının önlenebilmesi için, akarsuların menba ve mansap bölümlerinde gerçekleştirilecek her türlü ıslah ve rehabilitasyon çalışmalarının yanı sıra bitki örtüsünün tahribinin önlenmesi, yapılaşma için uygunsuz yer seçimleri, yanlış mekansal planlamalar ve uygulamalar, taşkın riski taşıyan alanların çeşitli amaçlarla kullanılması, uygun olmayan köprü ve menfez gibi sanat yapıları, akarsu yataklarının kapatılması, daraltılması ile akarsu yataklarında kapasite kayıplarına sebep olan her türlü insan müdahalesinin ortadan kaldırılması sayesinde taşkınların insan yaşamındaki olumsuz etkileri giderilebilecektir.

Kaynaklar:

-Balcı ve Öztan, 1987, Sel Kontrolü, K.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:113/12 Trabzon.

-Dinçsoy, Y., 2008, Islah Sekileri ve Tersip Bentleri, DSİ Yayınları, Ankara.

-Kırık, S., 1985, Mecra ve Oyuntu Islahı Önlemleri ve Proje Kriterleri, DSİ Erozyon, Rüsubat Kontrolü ve Taşkın Semineri Tebliğ Kitabı,3-7 Haziran 1985, s:27-62, İzmir.

-Görcelioğlu, E., 2003, Sel ve Çığ Kontrolü, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:4415/473 İstanbul.

-Güntekin, B.,1985, Yukarı Havza Etüd Çalışmaları ile Erozyon ve Rüsubat Kontrolü Önlemleri ve Proje Kriterleri, DSİ Erozyon, Rüsubat Kontrolü ve Taşkın Semineri Tebliğ Kitabı,3-7 Haziran 1985, s:1-26, İzmir.

OYUNTU VE YAMAÇLAR ÜZERİNDE YAPILAN ISLAH ÇALIŞMALARINDA SEL VE HEYELAN İLİŞKİSİ

Savaş KARAKAYA[1]*, Adem Kürşat ÖZCAN[1]
Uzman Yrd.(Orman Mühendisi), Uzman Yrd.(Jeoloji Mühendisi)

[1]Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara
savaskarakaya@ormansu.gov.tr

ÖZET

Sel, yukarı havzalardaşiddetli yağışların ardından yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren büyük su kütlesi olarak tanımlanırken; heyelan ise, yamaçlarda toplanan toprak ve benzeri katı materyallerin alt katmanlarında bir ayırma ve kayma düzlemi bulunan kısımlarda, düzlemin üstünde kalan toprak kitlesinin yerçekimi etkisi ile bulunduğu yükseklikten aşağı doğru kayma yüzeyi üzerindeki hareketidir. Ülkemizde yaşanan afet olayları sayısına bakıldığında; bunların %14 ünü sel %45 ini ise heyelanlar oluşturmaktadır. Ayrıca, ülkemizde özellikle Karadeniz bölgesinde sığ heyelanlar görülmekte olup büyük bir kısmı doğal drenaj sistemi ile birlikte çalışmaktadır. Dolayısıyla doğal drenaj üzerine yapılacak kontrol çalışmaları ile drenaj sistemi içerisinde çalışan heyelanların zararları azaltılmış olacaktır. Bu çalışmada, sel kontrolü çalışmaları oyuntu ve yamaç üzerinde ayrı ayrı incelenerek bu çalışmaların heyelan üzerindeki etkileri model üzerinde değerlendirilmiştir. Seller heyelanları tetiklerken heyelanlar ise sellerin tahrip gücünü artırmaktadır. Bu modelde RocscienceSlide programı kullanılarak örnek bir yamaç modeli üzerinden doğal ve teraslı yamacın güvenlik katsayıları karşılaştırılmıştır. Yamaçlarda yapılan teras çalışmalarının temel amacı suyun tutularak yüzeysel akışa geçişini azaltmak iken, bu faaliyetler yer altı su seviyesini artırdığından heyelanlı sahalarda olumsuz etkiye sahiptir. Oyuntularda ise seller, şevden topuk oyulmasına neden olduğundan heyelanları tetiklemektedir. Bu maksatla yapılan oyuntu ıslahı çalışmaları heyelanlı sahalarda topuğa destek oluşturacağından hem şevin duraylılığını artırmakta hem de topuk oyulmasını önlediğinden heyelanların meydana gelmesinde olumlu etki göstermektedir. Bu modellemeler doğrultusunda farklı senaryolar çalışılmıştır.

***Anahtar kelimeler**: Heyelan, sel, şev duraylılığı, RocscienceSlide*

ABSTRACT

Flooding is defined as a large mass of water that comes suddenly from the sideridges from upper basins following heavy rainfall and contains a large amount of solid material; landslide is the movement on the downward slip surface from the height of the soil mass remaining above the plane due to gravity, in the areas where there is a separation and slip plane on the lower layers of soil and similar solid materials collected on the slopes. In Turkey, the number of disasters; 14% of the mare flood sand 45% are landslides. Moreover, in our country, shallow land slides are observed and most of them work together with the natural drainage system especially in the Black Sea region. Therefore, the control works on drainage system will reduce the damage of the landslides working in the drainage system. In this study, the flood control studies were examined separately on the slopes and gullies and the effects of the se studies on the landslide were evaluated on the model. Landslides increase the destructive power of the floods when floods triggers landslides. In this model, the safety coefficients of the natural and terraced slope are compared with using the Rocscience Slide software. The main purpose of terrace works on slopes is to reduce the transition of water to surface flow, but these activities have adverse effects on landslide areas as that increase the ground water level. But the food triggers the landslides in gullies because it causes the toe to be carved. Gully rehabilitation works which made for this purpose will increase the stability of the slope and prevent the toe carving because it will support the toe in the landslide areas and it has a positive effect on the landslides. Different scenarios have been studied in the direction of these models.

Keywords: *Landslide, flood, slopestability, Rocscience Slide*

1. GİRİŞ

Yerkürenin oluşumundan günümüze kadar, yerkürenin dinamik içyapısı ve atmosferle etkileşimi sonucunda meydana gelen sel, heyelan, taşkın, çığ, deprem gibi doğa olayları meydana gelmektedir. Doğanın kendi dengesi içerisinde meydana gelen bu doğa olayları, içerisinde insan faktörü barındırdığında doğal afetlere dönüşmektedir. Bunlardan sel, genellikle şiddetli yağışlarda yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren büyük su kütlesini ifade ederken, heyelan ise toprak, moloz veya kaya kütlesinin yamaç aşağı hareketi olarak tanımlanmaktadır (Görcelioğlu, 2003; Tekin ve Can, 2017).Heyelan ve seller; jeoloji, jeomorfoloji, hidroloji, klimatoloji, bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi parametrelere bağlı olarak gelişebilmekte ve deprem, yağış ve insan faktörü gibi etkilere bağlı olarak tetiklenebilmektedir (Brabb ve Harrod, 1989; Harmon ve Doe, 2001).

Sel ve heyelanlar; özellikle gelişmekte olan ülkelerde, arazilerin yanlış kullanımı, ormanların çeşitli sebeplerle tahribi, yerleşme ve sanayi alanlarının

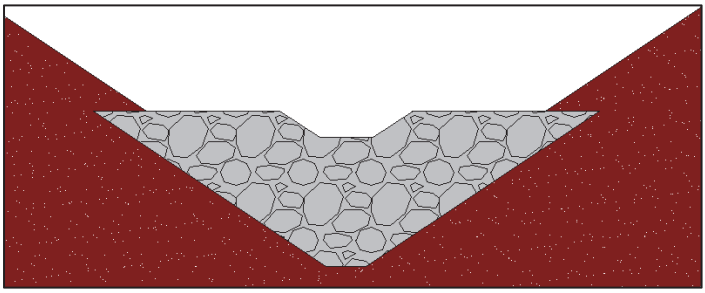
seçiminde yanlışlıklar, alt yapı yetersizliği, hızlı nüfus artışı, toprak su ve bitki arasındaki tabii dengenin bozulmuş olması yüzünden, bir çok ülkede tabii afetlerde ilk sıraları almaktadır.

Avrupa'nın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 300 m iken Türkiye'de bu değer 1141 m dir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Ülkemiz; topografik yapısının yüksek ve engebeli oluşu, jeolojik yapı ve toprakların erozyona karşı hassasiyeti, yarı kurak iklim şartlarının karakteristik özelliklerine sahip olması, şiddetli sağanak yağışlar sebebiyle erozyon ve sel felaketine oldukça hassas bir yapıdadır. Özellikle de Doğu Karadeniz bölgesi uzun süreli yağışlar ve topografik yapı itibariyle de heyelan olaylarına bir hayli hassastır.

Sel havzalarında bir takım sel kontolü tedbirleri alınabilmektedir. Bunlar; idari, kültürel ve mekanik tedbirler olarak irdelenmektedir. Yamaç, oyuntu ve mecra ıslahına yönelik alınan mekanik tedbirler; eğimli/eğimsiz teraslar, taş kordon, çevirme hendekleri, kafes tel çitler, miks eşikler, kuru duvar eşikler, canlı eşikler, harçlı ıslah sekileri, moloz bariyerleri, britler, taban kuşakları, tersip bentleri… olarak örneklendirilebilir (OSİB, 2013). Alınan bu tedbirlerin sel ve heyelanlar üzerinde olumlu etkileri görülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada oyuntu ve yamaç modellerinin oluşturulmasında AutoCAD çizim programı kullanılmıştır. Teknik çizimlerin koordinatları kullanılarak yapılan şev duraylılığı analizlerinde ise Slide (Rocscience, 2009) yazılımından yararlanılmıştır.



Şekil 1: Oyuntularda ıslah çalışmalarında yapılan harçlı ıslah sekisine ait enkesit

Bu çalışmada yamaç ve oyuntu olmak üzere iki farklı model oluşturularak şev duraylılık analizleri yapılmıştır. Yamaçlar yüzde 40, 50 ve 60 eğimlerde, teraslı (6 metre aralığıyla gradoni tipi teras) ve terassız olarak modellenmiş olup teraslı modellerde terasların infiltrasyon özelliğinden dolayı yer altı suyu terassız modellere göre yüzeye daha yakın olacak şekilde değerlendirilmiştir. Oyuntularda ise doğal yamaç, kıyı oyulması ve oyuntu çalışması yapılmış üç farklı durum değerlendirilerek

limit denge analizi yapılmıştır. Tüm bu modeller AutoCAD yazılımı ile gerçek ölçekli çizilerek bu koordinatlara göre Rocscience Slide denge limit analiz programına aktarılmış olup oluşturulan yamaç ve oyuntu modellerindeki güvenlik katsayılarının değişimleri değerlendirilmiştir. Dairesel kayma modeli için Bishop (1955) tarafından önerilen basitleştirilmiş 2-boyutlu limit denge analiz yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem dilimler arası normal kuvvetleri hesaba katarken dilimler arası kayma kuvvetini ihmal etmektedir ve moment dengesini gözeterek aşağıdaki formüle göre hesaplama yapmaktadır (Bishop, 1955). Bu denklemin iki tarafında da güvenlik katsayısı bulunduğundan tek bir çözümü bulunmayıp iterasyon yapılarak sonuca ulaşılmaktadır.

$$GK = \frac{\sum \left[(c \cdot \beta + W \cdot \tan \varphi) \left\{ \cos \alpha + \frac{\sin \alpha \cdot \tan \varphi}{GK} \right\} \right]}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Burada GK: güvenlik katsayısı, c:kohezyon, W: birim hacim ağırlık, φ: içsel sürtünme açısını ifade etmektedir.

Model çizimlerde yapılan duraylılık analizlerindeki hesaplamalarda içsel sürtünme açısı (φ) ve kohezyon (c) ve birim hacim ağırlık değerleri (ϒ) daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılarak ortalama değerler kabul edilmiştir. Bu değerler içsel sürtünme açısı için 34° ve kohezyon için 14 kPa, kuru birim hacim ağırlık için 18 kN/m³ ve doygun zeminin birim hacim ağırlığı için 20 kN/m³ alınmıştır.

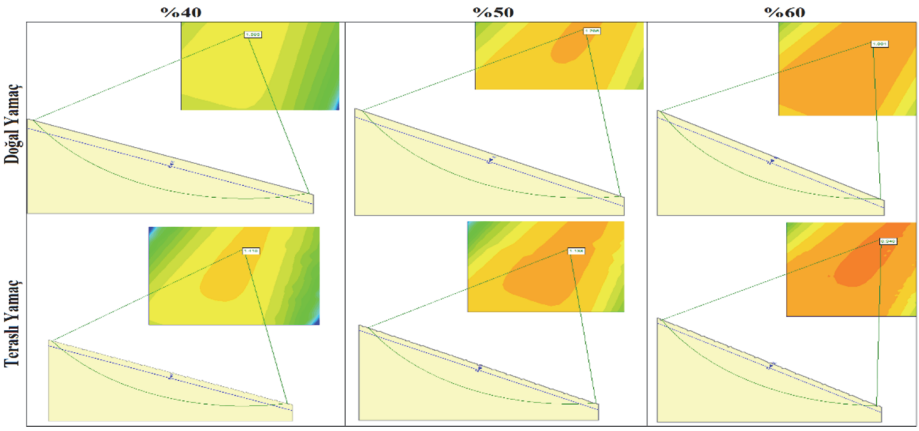
3.BULGULAR

Yapılan çalışmada üç farklı yamaç eğimleri üzerinde model çalıştırılmış olup doğal durum ile 6 metre aralıklarla gradoni tipi teras yapılmış durumlar arasındaki güvenlik katsayıları değerlendirilmiştir. Buna göre; %40 eğimli bir yamaçta doğal durumdaki güvenlik katsayısı 1.505, teraslı durumda 1.410; %30 eğimli bir yamaçta doğal durumdaki güvenlik katsayısı 1.206, teraslı durumda 1.138 ve %60 eğimli bir yamaçta doğal durumdaki güvenlik katsayısı 1.001 iken teraslı durumda 0.940 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Yamaç modellerinde teraslı ve terassız duruma göre güvenlik katsayıları tablosu

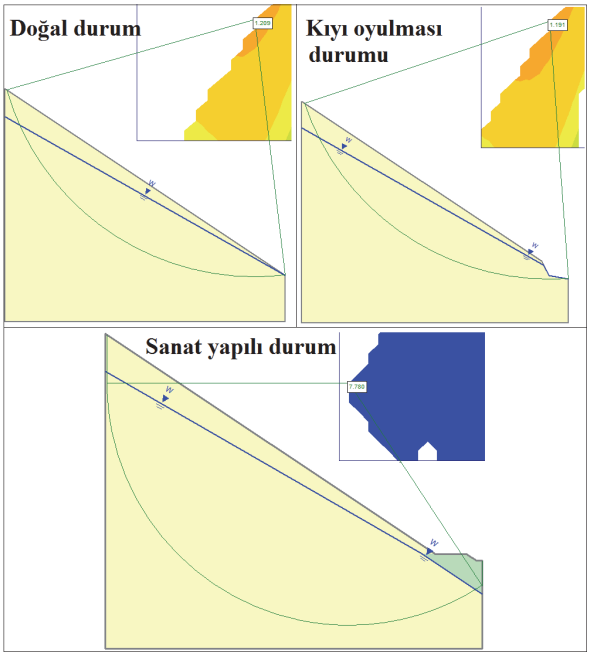
		Doğal	Teraslı
Yamaç Eğimi	%40	1.505	1.410
	%50	1.206	1.138
	%60	1.001	0.940

Güvenlik katsayısının 1'in altında olması hesaplama yapılan şevin duraylı olmadığını ifade etmektedir.



Şekil 2: Farklı eğimli yamaç tiplerinde doğal ve teraslı durum için şev duraylılık analizi sonuçları

Çalışma kapsamında oyuntular doğal durum, kıyı oyulması durumu ve sanat yapılı durum olmak üzere üç farklı şekilde değerlendirilerek, şev duyarlılık analizleri yapılmıştır. 3 birim yatay 2 birim düşey bir dere sahilinde bu durum Slide programı yardımıyla güvenlik katsayıları hesaplanmıştır. Buna göre; güvenlik katsayısı doğal durumda 1.209, kıyı oyulması durumunda 1.191 iken oyuntu üzerinde yapılan sanat yapısı inşaası ardından bu güvenlik katsayısı 7.780'e ulaşmaktadır.



Şekil 3: Oyuntulardaki üç farklı durumda şev duraylılık analizi sonuçları

4. SONUÇ

Sel ve heyelanlar ülkemizde her sene maddi ve manevi kayıplara yol açmaktadır. Arazilere düşen yağışların yüzeysel akışa geçmesiyle toprak erozyonunu hızlandırıp, verimli toprakların ve organik maddelerin göl, gölet, baraj, liman ve denizlere taşınmalarına sebep olan sel ve heyelanların sosyo-ekonomik sorunlara da yol açtığı görülmektedir. Özellikle sel ve heyelanların iç içe geçtiği doğu karadeniz bölgesinde bu durum daha iyi görülebilmektedir.

Yapılan çalışmaya göre; doğu karadeniz gibi sel ve heyelana fazlasıyla duyarlı yerlerde yamaçlarda teraslandırma çalışmaları sel için olumlu yönde etkiye sahipken, heyelanlar için olumsuz yönde etki göstermektedir. Bu nedenle sel ve heyelana karşı duyarlı bölgelerde yamaçlarda teraslandırma çalışmaları yerine drenaj çalışmalarıyla yüzey sularının infiltrasyonunun önlenerek en yakın derelere tahliye edilmesi heyelanlar için olumlu yönde etki edeceği düşünülmektedir. Sel ve heyelana duyarlı bölgelerdeki yamaçlarda ağaçlandırma çalışmaları ağacın kütlesinden dolayı heyelana karşı olumsuz etki gösterebilecekken, ağacın da su ihtiyacıyla taban suyu seviyesini düşürüp heyelana karşı olumlu yönde etki gösterebileceği de gözden kaçırılmamalıdır. Aynı sahalarda oyuntularda alınacak tedbirler ise; hem heyelan hem de sel afetlerine karşı olumlu etki gösterecektir. Yapılan oyuntu ıslah çalışmalarıyla akan suyun rejimi düzenlenmiş, enerjisi kırılmış olacağından sellere karşı; yamaç oyulmalarını önleyeceği ve de yamaçta topuz vazifesi göreceğinden de heyelanlara karşıolumlu yönde etki gösterebilecektir.

Kaynaklar

Bishop, A.W., 1955. Theuse of slip circle in thestability of slopes. Geotechnique, 5, 7-17.

Brabb, E.E.,Harrod, B.L., 1989. Landslides: Extentand Economic Significance. A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, 385 pp.

Elibüyük, M, ve Yılmaz, E, (2010). Türkiye'nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine Göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları. Coğrafi Bilimler Dergisi, 27-55.

Görcelioğlu, E., 2003, Sel ve Çığ Kontrolu, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları ISBN: 975-404-688-3. İstanbul.

Harmon, R.S.,Doe III, W.W., 2001. Landscape Erosionand Evolution Modeling, Spinger-Verlag. 535 pp

OSİB, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017. Ankara.

Rocscience, 2009. Slide V5.043-2D Limit Equilibrium Analysis. Rocscience, Canada.

Tekin, S ve Can, T, 2017. Gökçay Havzasının Karar Ağaç Yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi, Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 12-14 Ekim 2017, s:119-126, Adana.

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN ORMANCILIK VE EKOSİSTEM HİZMETLERİ KAPSAMINDA SOSYO -EKONOMİK BAKIMDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yrd. Doç. Dr. Ömer EKER
omereker@ksu.edu.tr

ÖZET

Ormanlar ve sulak alanların sağladığı ekolojik hizmetlerin önemi her geçen gün daha fazla tanınmaktadır. Literatürde, bu hizmetlerin ekonomik kalkınmaya olan pozitif etkilerinin ne denli önemli olduğuna vurgu yapılırken, ekonomik değerini belirlemeye yönelik çalışmaların henüz yeterli düzeyde olmadığı dikkat çekmektedir. Söz konusu ekolojik hizmetlerin sağlandığı alanların büyük bir bölümü sürdürülebilirlik anlayışından uzak bir yönetim çerçevesi kapsamında başta antropojenik etkenler olmak üzere birçok faktörlerin cidditehdidi altındadır. Kümülatif olarak hızı giderek artan bu etkenler orta ve uzun vadede çevre bozulmalarına, arazi kullanımında değişimlere, yaşam alanlarının daralmasına ve en önemlisi de yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Ekosistemlerin, düzenleyici, tedarik edici, destekleyici ve kültürel bağlamda sağlamış olduğu faydalar bu kaynakların sürdürülebilirlik prensibi kapsamında kullanılmasını gerektirmektedir. Bu araştırmada bazı ülkelerdeki su kaynakları, ormancılık ve ekosistem hizmetleri arasındaki ilişkiler ele alınmış, yönetsel ve sosyo-ekonomik kapsamda incelemelerde bulunulmuş, kaynağın değerini,koruma ve kullanma dengesini göz önünde bulunduran uygulamalar ve yaklaşımlar örneklendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *ekosistem hizmetleri, ormancılık, sosyo-ekonomik, sürdürülebilirlik.*

SUMMARY

There has been increasing recognition of the ecological services supplied by forest and wetlands, in recent years. While the importance of the positive effects of these services on economic development is emphasized in the literature, it is noteworthy that studies to determine their economic value are not yet sufficient. Many areas providing the ecological services remain threatened mainly anthropogenic factors as a result of poor management and sustainable use, resulting in environmental degradation.These Factors, which are increasing cumulatively, cause environmental deterioration, land use changes, habitat narrowing and, most importantly, decrease in quality of life in the medium long-term.

Theregulatory, provisioning, supportive culture services provided by ecosystems require the seresourcesto be used within scope of the sustainability principle.Inthi Research, the relations between water resources, forestry and ecosystem services in some countries were investigated. Administrative Socio-economic factors that affect resource utilization were examined. Furthermore, some best practices approach considering devalue,protection use-balance of the water sources were exemplified.

Keywords: *ecosystem services, forestry, socio-economic, sustainability*

GİRİŞ

Her geçen gün artan nüfusa, gelişen endüstriyel ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak suya olan talep de hızla artmaktadır. 19. yüzyıldan 20. yüzyıla geçişte nüfus 3 kat artarken su kaynaklarının kullanımına yönelik talep 6 kat artmıştır (Anonim, 2002). İnsan hakları kanununda temel ve birincil bir hak olarak tanımlanan su, 1992 yılında Su ve Sürdürülebilir Gelişme konusundaki Dublin antlaşmasında ve 2002 yılından itibaren de Birleşmiş Milletler, "tüm insanlık uygun fiyatla temiz sudan ve sağlık hizmetlerinden yararlanma hakkına sahiptir" tanımlamasını kabul etmiştir (Taş ve ark., 2008).Bununla birlikte, su ve su kaynaklarının önemi ve bu kaynaklar üzerindeki baskılar 2015'de yayımlananMilenyum Kalkınma Hedeflerine "su güvenliğinin sağlanması" ve "kaliteli suya erişim olanakları" başlığı altında yer almıştır.Su ve başta orman ekosistemleri olmak üzere su kaynakları üzerindeki tehditler; hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak artan su ihtiyacı ve mevcut suyun arz ve taleplerindeki dengesizlikler, iklim değişimine bağlı düzensizlikler, kırsaldan kentlere ivme kazanan yoğun göçler, çevre kirlenmeleri, küresel yoksulluk ve buna bağlı olarak su kaynaklarını geliştirmeye yönelik teknik ve altyapısal sorunlar, ekosistem hizmetleri kapsamında su kaynaklarına atfedilen ekonomik değerin gerçek değeri yansıtamaması ve buna bağlı olarak bilinçsiz ve kapasite üzeri kullanımlar olarak sıralanabilir.

Ormancılık kapsamında değerlendirildiğinde su; odun dışı, dışsallık arz eden, doğrudan ve dolaylı kullanım değeri olan, kamusal nitelikli ve pazarı olmayan bir orman çıktısı olarak nitelendirilmektedir. Ancak, Milenyum sonrası ortaya çıkan "ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlerin ödenmesi" (PES: Paymentfor Ecosytem Services) yaklaşımı çerçevesinde suyun tamamen pazarı olmayan bir orman çıktısı olarak değerlendirilmesinin doğru olmadığı anlaşılmaktadır. Aslında, klasik iktisatçılarınmarket raflarında şişelenmiş olarak satılan içme suyunu "ekonomik mal", nehirdeki suyu ise doğada serbestçe ve bol miktarda bulunan, sahip olmak için herhangi bir bedel ödenmesine ya da çaba harcanmasına gerek olmayan "serbest mal" kapsamında değerlendirmeleri günümüz gerçekleriyleörtüşmemektedir. Yeryüzünde suyun dağılımının her ülke sınırları içerisinde homojen olmaması, kimi ülkelerin şiddeti giderek artan su stresi sorunlarıyla karşı karşıya kalması suyun düşünüldüğü gibi doğada bol miktarda bulunmadığının bir göstergesidir. Gerçekten de tatlı su kaynakları dünya üzerindeki tüm su kaynaklarının sadece %2.5'ini oluşturmaktadır. Serbest mal kapsamında su ve suyun değeri konusunda bir diğer yanılgı ise göl, dere ya da nehirlerdeki suların elde edilebilmesi için herhangi bir maliyete katlanılmadığı ve bundan dolayı da kaynağa bedel ödemeye gerek olmadığı düşüncesidir. Oysa, orman ekosistemlerinden sürekli olarak suyun sağlanabilmesi için orman işletmelerinin su üretimine dönük diri örtü temizliği, sıklık kontrolü, ağaç türü değişimi (örneğin su kaybını önleme amaçlı ibreli ağaç türlerinden vazgeçilip sahaya yapraklı ağaç türlerinin getirilmesi) ve su yollarının bakımı gibi; birçok yönetim, koruma ve su kaynaklarını geliştirmeye yönelik katlanmış oldukları maliyetler bulunmaktadır. Bu tür ormancılık müdahaleleri suyun kalitesini de olumlu yönde etkileyerek özellikle birçok belediyelerin su arıtma masraflarını önemli düzeyde düşürmektedir.

Bu araştırma farklı perspektiflerle su kaynakları, ormancılık ve ekosistem hizmetleri arasındaki ilişkileri ele alarak, suyun bir serbest mal olarak değerlendirilmesinin sakıncalarını, kaynak değeri, yönetsel ve ekonomik boyutlarıyla değerlendirmeyi hedef almakta ve çeşitli ülke örnekleri kapsamında uygulanılan sürdürülebilir su yönetim yaklaşımlarını ön plana çıkarmayı amaçlamaktadır.

METOT

Araştırma kapsamında hedonik değer belirleme, ödeme gönüllülüğünü esas alan yaklaşımlar, maliyet metodu, fırsat maliyeti metodu, zarar ve kaçınılan zarar metotları gibi farklı ekonomik değer belirleme yöntem ve tekniklerini ön plana çıkaran ve bunlara bağlı olarak suyun ekonomik değerini belirlemeye yönelik ülkeler bazında örneklendirmelere yer verilmektedir. Ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlerin parasal olarak hizmeti sunan kişi ya da kurumlara geri ödenmesine yönelik yönetimsel mekanizmalar da uygulanan metotlar kapsamında ortaya çıkarılmaya

çalışılmaktadır. Ekonomik değer belirleme metotları, kaynağın toplam ekonomik değerini belirlerken dışsallıkları ve o kaynağa ait hem kullanım hem de kullanım dışı değerlerin hesaba katılmasının gerekliliğinin altını çizmektedir.

Dışsallık, bir malın üretimi ya da tüketimi, o malı satmayan ya da almayan kişileri etkilediğinde ve bu etki, piyasada fiyatlara tam olarak yansıtılamadığında ortaya çıkar. Çevresel dışsallık, çevrenin kalitesinde bozulmalara neden olduğundan genellikle negatiftir. Herhangi bir negatif çevresel dışsallığın fiyatlara yansıtılması söz konusu değildir ve bu durum, piyasaların yokluğunu, yani arz-talep yoluyla herhangi bir değişimin olmaması sonucunu doğurur (Çetin, 2005). Günümüzde sanayileşme, çevresel dışsallıkların en büyük nedeni olarak gösterilmektedir.

BULGULAR

Dünya genelinde ekosistem hizmetleri kapsamında suyun ekonomik değerini ortaya çıkaran ülke örnekleri fazla olmamasına rağmen bu mekanizmanın genelde devletlerin ulusal kamu kaynaklarını kullanarak yaptıkları finansal teşvikler, sivil toplum örgütleri aracılığıyla oluşturulan proje ve programlar, ya da özel sektördeki girişimci şirketlerin fayda sağlanılan ekosistem hizmetlerini güvence altına almaya yönelik sözleşmelerle hayata geçirildiği görülmektedir.

CIDANAU SU HAVZASI – ENDONEZYA



Şekil 1. Cidanau Su Havzası – Endonezya

Cidanau, Batı Java eyaletinde, evsel ve endüstriyel su talebinin karşılanmasına hizmet eden bir havzadır. 22 260 hektar yüzölçümüne sahip olan havzada 131 endemik tür bulunmaktadır. Nüfus artışının ikiye katlanması sonucu yaklaşık 20 yıldır havza bünyesinde arazi kullanımında hızlı değişimler yaşanmakta, genişleyen tarım alanları orman varlığı ve su havzasındaki flora ve fauna üzerinde

baskılar oluşturmaktadır. Cidanau havzasındaki su kullanıcılarının yaşadığı temel sorunlar,çevresel kirlenmeyle ortaya çıkan su kalitesinin bozulması, yüksek sedimantasyon ve su akışındaki dalgalanmalar olarak sıralanabilir. Karşılaşılan çevre bozulması ve buna bağlı olarak ortaya çıkan diğer çevresel sorunlarının şiddetini azaltmak amacıyla yukarı ve aşağı su havzasında arazileri bulunan 64 kişilik paydaş grubuyla bir proje başlatıldı. Ekosistem hizmetlerinin ödenmesi kapsamında alıcı ve satıcı gruplar mevcuttur. Bu proje kapsamında satıcı grup, yukarı su havzasında toprakları bulunan çiftçilerdir. Alıcı grup ise aşağı su havzasında yer alan ve sudan faydalanan çiftçiler ve yerel endüstri kollarıdır. Çevresel hizmetleri ödüllendirmek amacıyla yürütmekte olduğu çelik endüstrisi işlemlerinde temiz suya ihtiyacı olan Krakatau TirtaIndustry (KTI) aktif olarak devreye girerek iki taraflı sözleşmeyi imzalamıştır. Sözleşmeye göre KTI yukarı havza çiftçilerine ağaçlandırma bedeline karşılık yılda hektar başına 350 dolar ödeyeceğini onaylamıştır. Bu şekilde hayata geçirilen proje kapsamında 2007 yılında üye sayısı 144'e ulaşmıştır.

Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı üzere KTI kendi endüstriyel faaliyetlerini devam ettirebilmesi ve buna bağlı olarak daha kaliteli ürünler elde etmesinde temiz suyun rolününne denli önemli olduğunun farkındadır. Yukarı su havzasında tarım arazilerinin giderek daha fazla genişlemesini önlemek ve kendi üretimini garanti altına alabilmek maksadıyla daha fazla ağaç dikilmesini teşvik etmiş ve bu yolla çevre tahribatını da önleyerek yukarı havza kullanıcılarının arazilerini tarım alanlarına dönüştürmesinin önüne geçmiştir.

ÖZEL ARAZİ SAHİPLERİ İÇİN KAMU ÖDEME PLANI – MEKSİKA

2003 yılının Ekim ayında Meksika'da ilk kez ülke çapında Ekosistem Hizmetlerinin Geri Ödenmesine yönelik bir program başlatılmıştır. Cidanau Havzası örneğinde olduğu gibi bu program kapsamında da özel orman sahipleriyle yapılan sözleşmeler çerçevesinde hidrolojik hizmetlerin korunmasıhedeflenmiştir. Meksika'nın Ulusal Hidrolojik Ödeme Programı ulusal bütçeyle de desteklenerek, 2003-2008 yılları arasında özel orman sahiplerine toplamda 36.4 milyon dolar ödemede bulunulmuştur. Bu ulusal program kapsamında 2008 yılı itibarıyla 1890 sözleşme imzalanmış olup, ormanların su üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik orman örtüsünün korunması sağlanmıştır.

CATSKILL SU HAVZASI YÖNETİM PROGRAMI - NEW YORK – A.B.D.

Catskill ve Delawere su havzaları New York'un %90'lık su ihtiyacını karşılamaktadır. 1990 yılında su kalitesinde bozulmalar fark edildiğinde Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı bir açıklama yaparak "eğer doğal şartlarda temiz ve güvenilir suya erişim olanakları sağlanamazsa tüm yüzey sularının arıtılmasının şart olduğu"nu gündeme getirmiştir. Yeni bir su arıtma tesisinin kuruluş maliyetinin yaklaşık 6 ila 8 Milyar dolar civarında olacağı ve bunun yıllık işletme giderinin ise 300 ila 500 milyon dolar arasında değişebileceği tahmin edilmiştir. Bu kadar yüksek bir maliyete katlanmak yerine New York Belediyesi ticari yapıda bulunmayan Catskill Su Havzası Şirketi aracılığıyla bir havza koruma programı başlatmıştır. Programın başlıca hedefleri; su kirlenmesini önlemek, orman varlığını korumak ve geliştirmekle ilişkilidir. Bu yolla, New York Belediyesikendi sorumluluğu altındaki su kaynaklarının kirlenmesini önlemek üzere koruma amaçlı orman ekosistem hizmetlerine 10 yıl boyunca 1.5 milyar dolar yatırım yapmış ve böylece 8 milyar dolara varan su arıtma masrafından kurtulmuştur.

Bu vaka çalışmasında da ön plana çıkan metot "kaçınılan zarar metodu"na örnek oluşturmaktadır. Zira, olası zararın boyutları çok fazla büyümeden doğal şartlar altında orman ekosistemlerine müdahale edilerek hem kaynağın korunması hem de su kirliliğinin ortadan kaldırılmasına çalışılmıştır. Ayrıca, bu örnekte, doğal şartlar altında yapılan iyileştirme, bakım ve koruma giderleri arıtma tesisinin kuruluş ve işletme giderlerine kıyasla çok daha düşüktür. Finansal kaynakların doğal şartlar altında yapılan müdahalelere yönlendirilmesi biyoçeşitlilik kaybın da önüne geçilmesini sağlamıştır.



Şekil 2. New York Su Havzası ve çevresinden bir görünüm

EKOLOJİK ICMS – BREZİLYA

Brezilya'da bazı eyaletler, Korunan Alanların (KA) finansmanı için bir araç olarak vergi geliri paylaşımını denemiştir. En bilinen düzenlemelerden biri "Impostosobre Circulação de Mercadorias e Serviços" (ICMS-mal ve hizmetlerden alınan katma değer vergisi benzeri bir vergi)'a dayalı ICMS Ecologico'dur. ICMS, Brezilya'da eyalet yönetimlerinin gelirlerinin %90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Federal Anayasa uyarınca, ICMS tahsilatının %75'i eyalet yönetimlerine, %25'i belediyelere tahsis edilmektedir. Belediye payının %75'i, her belediyenin kayda geçmiş ekonomik katma değeriyle orantılı olarak dağıtılmaktadır. Kalan %25 ise her belediyenin, belirlediği kriterlere göre (örneğin tarımsal üretim, nüfus, çiftliklerin sayısı, yüzölçümü, vb.) dağıtılmaktadır. "Ekolojik ICMS" de bu tamamlayıcı eyalet yasaları marifetiyle konulmuştur (Emerton ve Ark., 2006).

ICMS Ecologico'nun temel amaçları, bir yandan sınırları dahilinde KA'lar bulunan belediyelerin bu alanlar yüzünden uğradıkları vergi geliri kaybını telafi etmek, bir yandan da yeni KA'lar yaratılmasını özendirmektir. Bu düzenlemelerin diğer çevresel hedefleri arasında su kaynaklarını korumak vehalk sağlığıyla atık yönetiminin geliştirilmesini teşvik etmek bulunmaktadır. ICMS Ecologico, ilk kez 1992'de Paraná eyaleti tarafından kabul edilmiştir. O tarihten bu yana, Brezilya'nın 27 eyaletinden onunda, ülke belediyelerinin %10'undan fazlasını kapsayan benzer düzenlemeler getirilmiştir.

ICMS Ecologico, 1992-2000 yılları arasındaki dönemde sadece Paraná eyaletinde biyolojik çeşitliliğin korunması için yaklaşık 97 milyon ABD Doları, doğal su kaynaklarının korunması için de eşit miktarda katkı sağlamıştır. Yine aynı dönemde, kısmen bu düzenleme kapsamında sağlanan finansal teşvikin bir sonucu olarak, eyalette bulunan KA'ların toplam sayısı beş kat artmış, koruma altındaki alan da iki katına çıkmıştır. En büyük katkı, yerel yönetimlerinkurduğu, kurulması diğerlerine göre daha kolay olan ve katı koruma kuralları gerektirmeyen "çevresel koruma alanları" kuruluşundan gelmiştir. 2000 yılı itibarıyla, eyaletteki belediyelerin kabaca yarısı, biyolojik çeşitliliğin veya doğal su kaynaklarının korunması için yapılan ödemelerden yararlanmıştır. Herbelediyenin özellikle biyolojik çeşitlilik için aldığı meblağ, koruma altındaki toplam alanların oranına göre, koruma düzeyi ve yönetim etkinliği için bazıayarlamalar yapılarak belirlenmektedir. ICMS Ecologico benzeri programlar geliştiren diğer eyaletlerde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

ICMS Ecologico ulusal düzeyde, yılda 100 milyon ABD Doları'nın, korumaları altındaki alanın yüzölçümü ve diğer çevresel kriterlere görebelediyelere dağıtılmasıyla sonuçlanmıştır. Paydaşları, programın yeni KA'lar kurulmasını teşvik ettiğini, mevcut KA'ların yönetimini geliştirdiğini, eyalet düzeyindeki çevre kuruluşlarını güçlendirdiğini ve kırsal topluluklarla KA personeli arasındaki ilişkileri geliştirdiğini öne sürmektedir (Emerton ve Ark., 2006)

TARTIŞMA

Araştırma kapsamında sunulan örnek vaka çalışmaları, ekosistem hizmetlerinin sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan son derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu hizmetlerin sürdürülebilirliği, yerel, bölgesel ya da ulusal ölçekte finansal kaynakların söz konusu ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimini desteklemesini ve korunmasını gerektirmektedir. Avrupa 2020 Hedefleri" kapsamında tüm Avrupa ülkelerinde "orman ekosistem hizmetleri" değerlerinin bilimsel verilere ve rasyonel yaklaşımlara dayalı olarak tahmin edilmesi, bulunan değerlerin, ilgili ulusal politikalara ve ekosistem hizmetlerinin ödenmesi gibi piyasaya dayalı araçlara daha fazla yansıtılması" önerilmektedir.

Türkiye göz önünde bulundurulduğunda ormanların %99'u devlete ait olup devlet eliyle işletilmektedir. Dolayısıyla finansal kaynağı sağlayacak baş aktör de devlettir. Ancak, kimi dönemlerde devlet bütçelerinde kısıtlamaların artması ya da kamu yatırım ve politikalarındaki değişimler ekosistem hizmet ödemeleri gibi birçok projenin hayata geçirilmesinde darboğazlar oluşturabilmektedir. Ancak en azından "Korunan Alanlar"a yönelik bu tür öncül uygulamaların başlatılması ve bunun için bir fon oluşturulması son derece önemlidir. Bu tür yaklaşımlar Türkiye gibi nüfusunun %25'i kırsalda yaşayan ve gelişmekte olan ülkeler açısındanoluşturacağı toplumsal faydalarla da dikkatleri çekmektedir. Sürdürülebilir ekosistem hizmetlerine yönelik uygulamalar kırsalda yaşayan toplumun da daha az maliyetlere (örneğin üretimde verimlilik, sağlık giderlerinde azalma, vd) katlanması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, bu tür uygulamaların sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun azaltılması üzerine olumlu etkilerini gösteren ve toplumda farkındalık yaratacak programlara ve girişimlere de ihtiyaç bulunmaktadır.

Ekosistem hizmet ödemelerinde korumaya yönelik çabaların ya da önlemlerin fiyatlandırılması söz konusu olduğundan bu kapsamda yapılacak uygulamalar piyasa başarısızlıkları gibi sorunları da çözmeye yardımcı olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekosistemlerin, düzenleyici, tedarik edici, destekleyici ve kültürel kapsamda sunmuş olduğu faydalar bu kaynakların sürdürülebilirlik prensibi kapsamında yönetilmesini gerektirmektedir.

Kaynağın korunmasını güvence altına alan "Ekosistem Hizmet Ödemeleri" eğer doğru bir biçimde uygulanabilirse:

- Ekosistem restorasyonu ve korunmasında önemli bir boşluğu dolduracak,

- Kısa, orta ve uzun vadede ekosistem hizmetlerine yatırım yapmanın sağlayacağı dolaylı ve doğrudan faydalar konusunda kişi ve kuruluşların farkındalıklarını artıracak,
- Ekonomik verimliliği artırarak kaynak tahribatının önüne geçilmesinde bir araç olarak kullanılabilecek,
- Ekonominin en önemli üretim faktörlerinden "Doğa" ve diğer bileşenlerinin "serbest mal" olarak algılanmasının önüne geçecek ve buna bağlı olarak aşırı derecede tahribatını engelleyecek,
- Toplam ekonomik değerin hesaplanmasında kaynağın dolaylı kullanım değerlerini de ortaya çıkaracak ve bununla birlikte dışsallıkların da içselleştirilmesine aracı olacak,
- Kırsal kalkınma ve dolayısıyla ülke kalkınmasında önemli gelişmeler sağlayacak,

-Son olarak, Ormancılık Sektörü'nün Gayrı Safi Milli Hasıla (GSMH) içerisindeki payının sanıldığı gibi %1.5 ila %2.0 arası gibi düşük düzeylerde seyretmediğinin bir göstergesi olarak kullanılabilecektir.

Klasik ormancılık anlayışında odun hammaddesi ve odun dışı orman ürünlerine dayalı yapılan bir muhasebe günümüz modern ormancılık anlayışı ve fonksiyonel planlama çerçevesinde geçerliliğini kaybetmiştir. Daha tutarlı ve kapsamlı bir ormancılık ve çevre muhasebesine gereksinim olduğu açıktır. Bu da "ekosistem hizmet ödemeleri" gibi finansal mekanizmalar aracılığıyla sayısallaştırılarak, yaşama geçirilebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2002. World Summit on Sustainable Development, Implementation Report, Johannesburg, 26 Agust -3 Septanber 2002.

2. Çetin, T., Çevresel Dışsallıklar ve İçselleştirme Yöntemleri. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 7/3. 143-166, Ankara.

3.E. Mbak.,2010.CidanauWatershed PES scheme, Indonesiaavailable at: TEEBweb.org

4.Emerton, L.,Bishop J. ve Thomas L.2006. Korunan Alanların Sürdürülebilir Finansmanı: Güçlükler ve Seçenekler Üzerine Kapsamlı bir Değerlendirme. IUCN, Gland, İsviçre ve Cambridge, UK. x + 97 pp.

5.Herbert, T.,Vonada, R., Jenkins, M., Byon, R. ve Leyva J.M.F., 2010.Environmentalfundsandpaymentsforecosystems Services: RedLACcapacity building Project for environmental funds Rio de Janeiro: RedLAC, 2010. 02 p.:il. ; 29 cm.

6. Taş, İ., Yaşar, B., Gökalp, Z. ve Tekiner, M., 2008. Dünyada ve Türkiye'de Suyun Fiyatlandırılması. TMMOB. 2. Su Politikaları Kongresi, Cilt 1, 247-258s., Ankara

7. U.N.E.C.E., 2007. Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management. New York. A.B.D.

TOPRAK BİLGİ SİSTEMİ

Erkan GÜLER, Ahmet DOĞAN, Mesut YILMAZ, Cafer ORHAN,
Elçin ACAR, Murat ARSLAN
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü,
Ankara, 06560
erkanguler@yahoo.com

ÖZET

Artan nüfusun baskısı ve arazi kullanım amaçlarındaki farklılıklardan meydana gelen rekabet, daha etkin arazi kullanımı ve yönetiminin gerekliliği üzerine yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Arazi planlama çalışmalarında kullanılan en önemli kaynaklardan birisi de toprak harita ve raporlarıdır. Toprak harita ve raporları, tarım, ormancılık ve mera planlamalarında, çevresel etkilerin modellenmesinde, değişik mühendislik dallarında ve entegre tabii kaynakların planlanması ve korunması çalışmalarında kullanılmaktadır. Toprak kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin ulusal planlamaların en önemli yararlarından birisi kaynaklara ilişkin envanterlerin çıkarılmasıdır. Yöresel, bölgesel ve ulusal planlamalara geçmeden önce toprak kaynaklarının niteliksel ve niceliksel olarak incelenmesi, eldeki kaynakların potansiyellerinin belirlenmesi, gelişen teknolojilere paralel olarak veritabanlarının ve haritaların oluşturulmaları elzemdir. Çölleşme, Erozyon, Sel, Heyelan v.b. konularda toprak kayıplarının ve zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapan Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde Toprak Veritabanı 2013 yılında kurulmuştur. Toprak veritabanı sistem mimarisi tarım ve ormancılık sektörünün ihtiyaçları göz önüne alınarak tasarlanmış, öznitelik tablo yapısı tarım ve ormancılık sektöründe çalışan akademisyenlerin ve uzmanların katılımı ile belirlenmiştir. Güncel CBS ve veritabanı yönetim sistemlerine uyumlu olarak geliştirilen veritabanına daha önce yapılmış projelerdeki toprak verileri standartlara uygun hale getirilerek veri girişi yapılmaktadır. Yeni projelerde elde edilen toprak verileri toprak veritabanına eşzamanlı ve belli standartlarda aktarılmaktadır. Verilerin düzgün bir şekilde veritabanına aktarılması için toprağın arazi, laboratuvar kısımları için birkaç yardımcı sistem daha geliştirilmiştir. Projeler kapsamında arazi çalışmalarından elde edilen toprağın fiziksel özelliklerine ait veriler geliştirilen "TOPRAKmobil" adı altında web tabanlı mobil yazılımı ile aktarılmaktadır. Laboratuvarlarda elde edilen toprağın kimyasal özellikleri ise geliştirilen "Laboratuvar Kayıt Sistemi" ile veritabanına aktarılmaktadır.

Veritabanına gelen toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri ile rapor, şekil, tablosal özelliklerinin kullanıcılara sunulması için "Toprak PORTAL"ı geliştirilmiş ve 2015 yılından itibaren yararlanıcıların hizmetine "http://portal.cem.gov.tr/ToprakPortal" adresinden yayınlanmıştır.

Toprak Veritabanı, TOPRAKmobil, Laboratuvar Kayıt Sistemi ve Toprak Portalı entegrasyonu ile kurulan "TOPRAK BİLGİ SİSTEMİ" nin başta tarım ve ormancılık sektörleri olmak üzere pek çok çalışmaya altlık oluşturması hedeflenmektedir.

Anahtar Sözcükler

Toprak Bilgi Sistemi, Toprak Veritabanı, Laboratuvar Kayıt Sistemi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mobil CBS, Toprak Portal

GİRİŞ

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü koordinesinde Orman ve Su İşleri Bakanlığı uhdesinde geliştirilmiş olan "Havza İzleme ve Değerlendirme Projesi" kapsamında çalışılan ilgili veritemalarına altlık oluşturması amacı ile "Toprak Bilgi Sistemi Projesi" adı altında aşağıdaki faaliyetler yürütülmüştür;

1. Orman ve Tarım sektörünün ilgili kamu, üniversite, araştırma enstitüsü ve özel sektör temsilcilerini "Ulusal Toprak Veritabanı, Toprak Haritalama ve Etüt Çalışmaları" hakkında çalıştay, seminer ve toplantılar düzenlemek suretiyle bir araya getirip ihtiyaçların, sorunların ve hedeflerin tespit edilmesi sağlanmıştır.
2. Orman ve Tarım sektöründen katılımcılarla yapılan toplantılar neticesinde "Ulusal Toprak Veritabanı" nın veritabanı mimarisi belirlenmiş ve 2013 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi bünyesinde "Toprak Veritabanı" kurulmuştur. Bahsi geçen veritabanının geliştirilmesi amacı ile 3 ana proje faaliyeti yürütülmüştür;
    a) **Toprak Harita ve Etüt Karnelerinin Sayısallaştırması Projesi**: Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü ile Orman Genel Müdürlüğü arşivlerinde bulunan geçmiş yıllara ait ağaçlandırma, erozyon kontrol, rehabilitasyon, mera vb. gibi projelere ait toprak harita ve etüt karneleri ile analiz raporları sayısallaştırılarak veritabanına aktarılmıştır.
    b) TOPRAKmobil: Mobil Cihazlarla Araziden Veri Toplama Sistemi: Arazi çalışmalarında sahadan toprak veritabanı standartlarında, doğru, hızlı ve ekonomik olarak veri toplamak üzere akıllı telefon, tablet bilgisayar gibi mobil cihazlarda çalışan

"**TOPRAKmobil**" adı altında Android, IOS ve Windows işletim sistemlerinde çalışan web destekli mobil bir yazılım geliştirilmiştir.

c) **Laboratuvar Kayıt Sistemi:** Toprak analiz süreçlerini hızlandırmak, şeffaflığı ve güvenilirliği sağlamak amacı ile pilot olarak seçilen Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'ne web tabanlı, birden fazla kullanıcının yetkisi dâhilinde giriş yapıp, görüntüleme, sorgulama ve değişiklik yapabileceği bir arayüz'e sahip laboratuvar kayıt sistemi geliştirilmiştir.

3. **Toprak Portalı:** Toprak veri tabanında standart bir halde depolanmış olan toprak harita ve etüt karnelerini kullanıcılara sunabilen, çeşitli sorgulama ve analizler yapmaya imkân tanıyan, tematik harita çıktıları verebilen web tabanlı bir toprak portalı ÇEM Genel Müdürlüğü koordinesinde kurulmuştur.

1. TOPRAK VERİTABANI

Çölleşme, Erozyon, Sel, Heyelan v.b. konularda toprak kayıplarının ve zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapan Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı bünyesinde Toprak Veritabanı 2013 yılında kurulmuştur. Toprak veritabanı sistem mimarisi tarım ve ormancılık sektörünün ihtiyaçları göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Toprak veritabanının öznitelik tablo yapısı tarım ve ormancılık sektöründe görev yapan akademisyenler ve uzmanların katılımı ile belirlenmiştir. Toprak veritabanı güncel CBS ve veritabanı yönetim sistemlerine uyumlu olarak geliştirilmiştir. Daha önce yapılmış projelerdeki toprak verileri toprak veritabanına uyumlu standartlara getirilerek veri girişi yapılmaktadır. Yeni projelerde elde edilen toprak verileri toprak veritabanına eşzamanlı ve belli standartlarda aktarılmaktadır.

Veritabanında toprağın fiziksel özelliklerini içeren *** adet kolon, kimyasal özelliklerini içeren *** adet kolon ve diğer yersel/konumsal, ilgili kurum/kuruluş, veriyi üreten gibi bilgilerin yer aldığı *** adet kolon yer alır. Veritabanı mimarisi ve yazılımlar açık kaynak kodludur. Yazılımlar lisans gerektirmeyen WEB-CBS tabanlıdır.

1.1 TOPRAK HARİTA VE ETÜT KARNELERİNİN SAYISALLAŞTIRILMASI

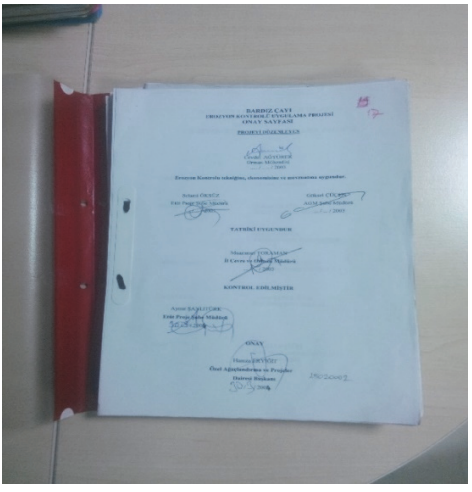
Halihazırda Türkiye' de kullanılan Büyük Toprak Grupları verilerinin güncel olmaması ve bu verileri revize etmeye yönelik çalışmaların kapsam ve ölçeğinin daha çok tarım faaliyetlerinde kullanmaya yönelik olması sebebi ile, Çölleşme ve

Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde başta ormancılık faaliyetleri olmak üzere pek çok sektöre cevap verebilecek toprak haritalamasına yönelik kapsamlı veri tipleri belirlemiştir.

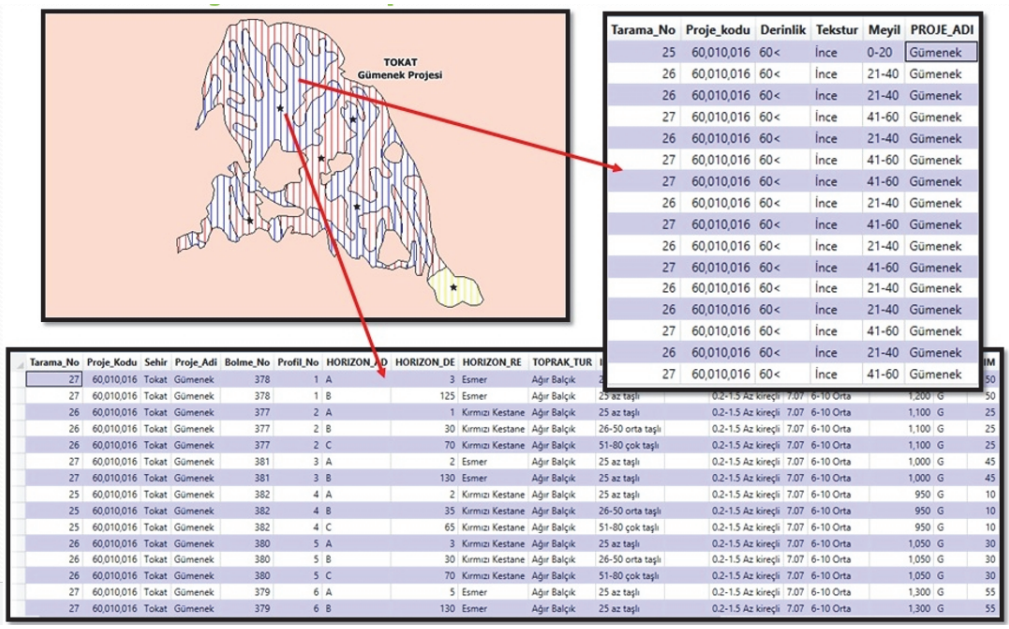
Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı bünyesinde kurulan toprak veritabanına, toprak verilerinin aktarılması gayesiyle ile Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğüne (AGMA) ait ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) arşivlerinde kağıt ortamında saklanan toprak haritaları sayısallaştırılarak toprak veritabanına aktarılmaktadır.

Proje kapsamında Orman Genel Müdürlüğü arşivlerinde bulunan, farklı bölge ve tarihli erozyon kontrolü, ağaçlandırma ve mera ıslahı gibi projelere ait toprak haritaları, toprak etüt karneleri ve toprak analiz raporları sayısallaştırılarak CBS'ye uygun hale getirilmektedir. Bu projenin ilk etabı 2013 yılında başlamış ve OGM-AVS(CAS) sisteminde kayıtlı 217 adet Ağaçlandırma, Toprak Muhafaza ve Rehabilitasyon projelerine ait haritalar ve bunlara ait veriler sisteme girilmiştir. 2016 yılı sonu itibari ile toprak veritabanına yaklaşık 3000 adet proje'ye ait toprak harita ve etüt karnesi sayısallaştırılarak aktarılmıştır. Sayısallaştırılmış projelerle yaklaşık 4.000.000 ha'lık Ormanlık alan ve 61.800 adet profil noktasına ait bilgiler sayısal ortama aktarılmıştır.

Toprak harita ve etüt karnelerinin sayısallaştırılması projesi ile arşivlerde çeşitli ortamlarda saklanan toprak harita, etüt karneleri ve analiz raporları toprak veritabanına aktarılarak dijital arşiv niteliği kazanmakta olup bu sayede kullanıcılar daha kolay ve düzenli bir şekilde bu verilere erişebilmektedir. Ayrıca taranmış dokümanlar sayesinde orijinal belgede bulunan imza, onay ve bilgi notu gibi hususlara ulaşabilmektedir.



Şekil 1: Sayısallaştırma işleminde kullanılmış örnek proje dosyası



Tarama_No	Proje_kodu	Derinlik	Tekstur	Meyil	PROJE_ADI
25	60,010,016	60<	İnce	0-20	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek
26	60,010,016	60<	İnce	21-40	Gümenek
27	60,010,016	60<	İnce	41-60	Gümenek

Tarama_No	Proje_Kodu	Sehir	Proje_Adi	Bolme_No	Profil_No	HORIZON_AD	HORIZON_DE	HORIZON_RE	TOPRAK_TUR							
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	378	1	A	3	Esmer	Ağır Balçık							
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	378	1	B	125	Esmer	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,200	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	377	2	A	1	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,100	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	377	2	B	30	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	26-50 orta taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,100	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	377	2	C	70	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	51-80 çok taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,100	G
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	381	3	A	2	Esmer	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,000	G
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	381	3	B	130	Esmer	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,000	G
25	60,010,016	Tokat	Gümenek	382	4	A	2	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	950	G
25	60,010,016	Tokat	Gümenek	382	4	B	35	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	26-50 orta taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	950	G
25	60,010,016	Tokat	Gümenek	382	4	C	65	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	51-80 çok taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	950	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	380	5	A	3	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,050	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	380	5	B	30	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	26-50 orta taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,050	G
26	60,010,016	Tokat	Gümenek	380	5	C	70	Kırmızı Kestane	Ağır Balçık	51-80 çok taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,050	G
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	379	6	A	5	Esmer	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,300	G
27	60,010,016	Tokat	Gümenek	379	6	B	130	Esmer	Ağır Balçık	25 az taşlı		0.2-1.5 Az kireçli	7.07	6-10 Orta	1,300	G

Şekil 2: Sayısallaştırma sonrası elde edilen öznitelik tabloları

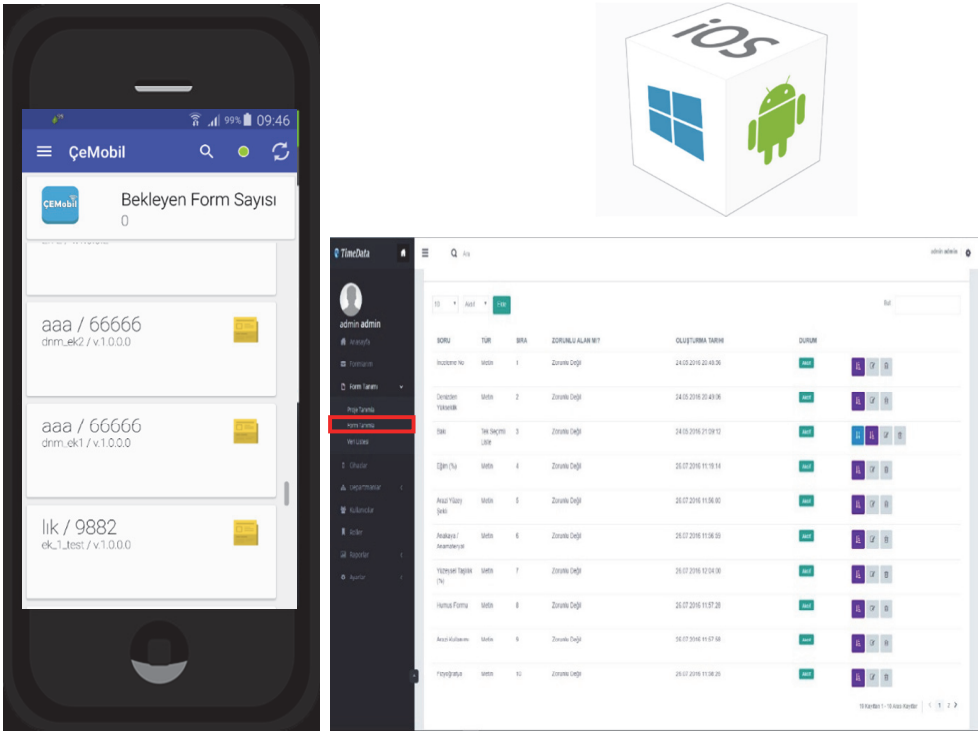


Şekil 3: Sayısallaştırma sonrası oluşturulan dosyalama yapısı

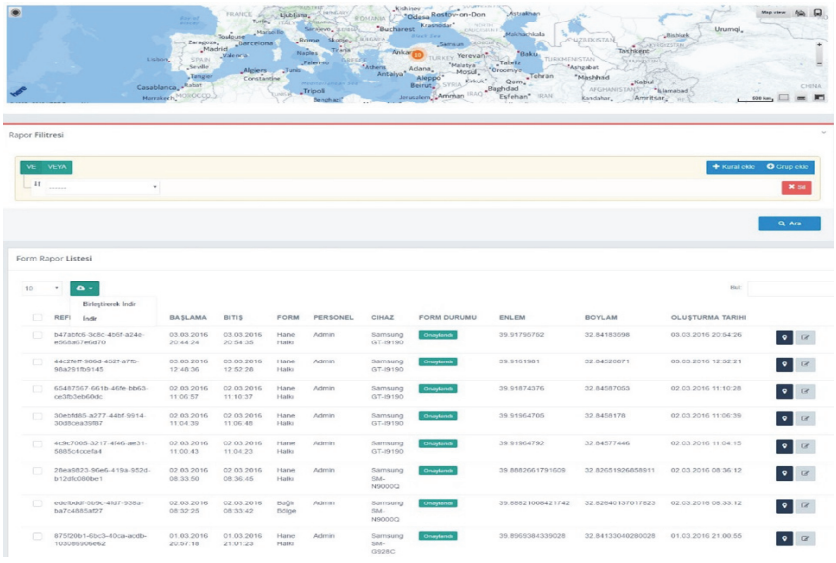
1.2 TOPRAKmobil: MOBİL CİHAZLARLA ARAZİDEN VERİ TOPLAMA SİSTEMİ

Başta ormancılık ve tarım sektörü olmak üzere pek çok alanda yürütülen projeler için saha ekipleri kurulmakta ve araziden bilgi toplanmaktadır. Genel olarak saha çalışmalarının maliyeti yüksek olmakta ve çalışma süreleri uzun sürmektedir. Saha çalışmalarında toplanan verilerin hassasiyeti ve doğruluğu koşulların zorluğuna göre çeşitlilik göstermekte, veri standardı sağlanamamaktadır. Verilerin aynı standarda getirilmesi ve düzenlenmesi içinde ayrıca kaynak sarfiyatı yapılmaktadır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü sahadan veri toplamak üzere "Arazi Veri Toplama Sistemi (TOPRAKmobil) adı altında Android, IOS ve Windows işletim sisteminde çalışan mobil bir yazılım geliştirmiştir. TOPRAKmobil Android, IOS ve Windows işletim sisteminin yüklü olduğu, bütünleşik GPS, GPRS ve dijital kameraya sahip olan tablet bilgisayar ve akıllı telefonlar gibi mobil cihazların tümünde çalışabilmektedir. TOPRAKmobil, en genel tanımı ile mobil cihazlarla sahadan veri toplayan, personel takibi, raporlama, görev tanımı yapabilen resim ve konumları eş zamanlı olarak sunabilen web tabanlı mobil yazılımlar bütünüdür.

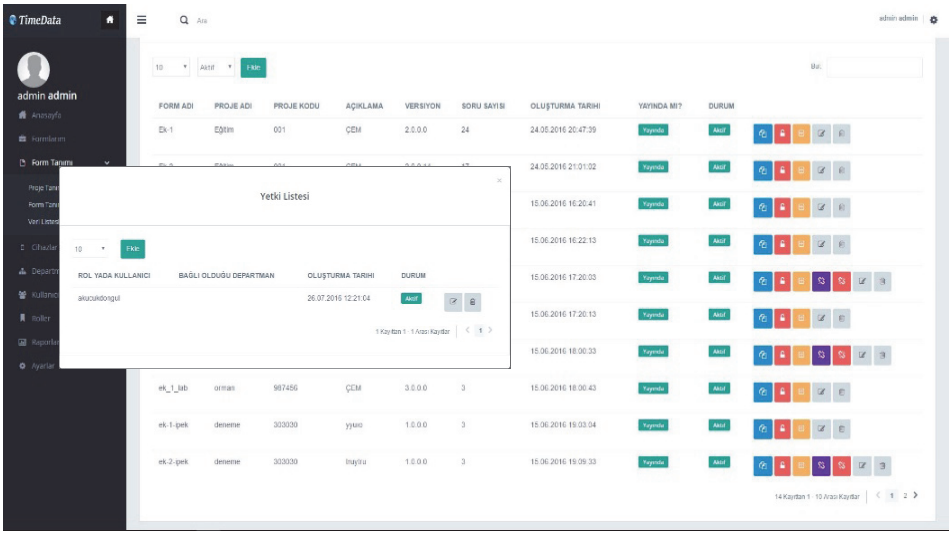
TOPRAKmobil ile saha çalışmalarında elde edilmek istenen verileri toplamaya yönelik sorular internet üzerinden anlık olarak oluşturulabilir, düzenlenebilir ve silinebilmektedir. Yönetici yetkisine sahip kullanıcılar saha çalışması esnasında yeni sorular ekleyebilir ya da çıkartabilir, bu işlem çalışmada herhangi bir aksaklığa sebep olmamaktadır. Yönetici soruları belirlerken hangi alanların zorunlu olduğunu (çekilecek minimum fotoğraf sayısı, zorunlu alan gibi) ya da kullanıcı kısıtlarını belirleyebilir bu sayede dolaylı olarak saha çalışmasının organizesini de yapmış olur. TOPRAKmobil, tamamlanmış, ve internet bağlantısı ile merkez sunucuya gönderilmiş formlar üzerinde hiçbir değişikliğe izin vermez. Bu sayede çalışmalarda daha sonra değişiklik yapılmasının önüne geçildiği gibi koordinat bilgilerine de erişim olmadığı için çalışma konumunda da değişikliğe izin verilmemiş olur. TOPRAKmobil ile sahadan toplanan veriler aynı standartta olduğu için ayrıca bir veri düzenleme işine gerek olmamakta ve veriler veritabanına hızlı bir şekilde aktarılmaktadır. TOPRAKmobil, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Toprak Veri Tabanı'na entegre olarak üretilmiş, bu sayede toprak haritalama çalışmalarında kaynak sarfiyatının önüne geçilmiş olunmaktadır. TOPRAKmobil ilk etapta toprak veritabanına veri akışını sağlamak için tasarlanmış olsa da her türlü anket sorularının tanımlanmasına imkân veren oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bu yazılımın asıl hedefi "Ormancılık Faaliyetleri"nin sahadan veri toplanmasına sahip tüm alanlarında, mobil cihazlar ile belirli standartlarda, belirli bir kalitede ve şeffaf olarak veri toplanması, toplanan verilerin veritabanları'na iletilmesidir.



Şekil 4: ÇEMobil mobil cihaz ve web ara yüzleri



Şekil 5: ÇEMobil web ara yüzü



Şekil 6: ÇEMobil web ara yüzü

1.3 LABORATUVAR KAYIT SİSTEMİ

Türkiye'de faaliyet gösteren pek çok toprak araştırma laboratuvarlarında işlemler kağıt ortamında sürdürülmekte, analiz sonuçları ile ilgili sorgulama ve raporlama işlemleri yavaş işlemektedir. Bu bağlamda toprak laboratuvarlarına gelen toprak numunelerinin analiz sonuçlarının kurum personeli tarafından hızlı, doğru ve standart bir şekilde dijital ortama girilmesi ve analizlerde kullanılan formülasyonları hesaplama yöntemlerine göre seçebilen bir sistemin tasarlanması ve hayata geçirilmesi gerekmektedir.

ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından 2015 yılı içerisinde bahsi geçen amaçlara uygun olarak pilot olarak seçilen Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'ne web tabanlı, birden fazla kullanıcının yetkisi dâhilinde giriş yaparak, görüntüleme, sorgulama ve değişiklik yapabileceği bir arayüz'e sahip laboratuvar kayıt sistemi geliştirilmiştir. Laboratuvar kayıt sistemi web tabanlı geliştirildiği için donanım maliyeti minimum düzeyde tutulmuştur. Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü için geliştirilmiş olan Laboratuvar Kayıt sistemi Orman ve Su İşleri Bakanlığında Kurulmuş olan Toprak Veritabanı ve TOPRAKmobil yazılımı ile entegre olarak geliştirilmiştir. Bu bağlamda TOPRAKmobil yazılımı ile sahadan toplanmış olan numunelerin analiz sonuçları, otomatik olarak toprak veritabanına aktarılmakta, proje sorumlusu personel toprak numunelerinin analiz sürecini web arayüzü sayesinde izleyebilmektedir. Laboratuvar kayıt sistemi ile toprak analiz süreçlerinde şeffaflık, güvenilirlik ve hız hedeflenmektedir. Sistemin OGM bünyesinde faaliyet gösteren diğer laboratuvarlara yaygınlaştırılması için çalışmalar devam etmektedir.





TÜRKAK
TÜRK AKREDİTASYON KURUMU
TURKISH ACCREDITATION AGENCY
tarafından akredite edilmiştir.

ORMAN TOPRAK VE EKOLOJİ ARAŞTIRMALARI ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
LABORATUVARI

AB-0782-T
15T01.0047
Nis.15

Kütahya Yolu 10. Km Orman Fidanlığı içi 26180/ESKİŞEHİR

TOPRAK ANALİZ RAPORU

Analizi Talep Eden	:	intron aş
Adresi	:	İstanbul
Resmi İstek İlgi Yazı	:	
Numunenin Adı ve Tarifi	:	16T12 - 16T13
Numunenin Kabul Tarihi	:	05.04.2016 10:58:53
Açıklamalar	:	
Deneyin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri	:	05.04.2016 10:58:53 - 05.04.2016 11:28:32
Raporun Sayfa Sayısı	:	

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) deney raporlar
ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILA

operation fort the Accreditation (EA) and of the Inte
recognition of the test reports.

Deney ve/veya ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm
sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfal

The test and/or measurement results, the uncertain
methods are given on the following pages which are

Mühür/Seal	Tarih/Date	Pe

Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen k
İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.
This report shall not be reproduced other than in fu
Testing reports without signature and seal are not v

F05.PR16/02/04.12.2014
Yayın Tarihi: 21.10.2013

ORMAN TOPRAK VE EKOLOJİ ARAŞTIRMALARI ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
LABORATUVARI

AB-0782-T
15T01.0047
Nis.15

TOPRAK ANALİZ RAPORU

NUMUNE BİLGİLERİ							
Labratuvar No	Numune Özellikleri				Numune Bilgileri		
	Rengi	>2mm (g)	>2mm (g)	Yabancı madde vb.(g)	Derinlik	Profil	Alındığı yer
16T12	KIRMIZI	54	45	545	20	1	Bingol
16T13	MOR	45	25	56	40	2	Bingol

ANALİZ SONUÇLARI			
Laboratuvar No	Ph	Fe	Ca
		ppm	
16T12	7		454
16T13	13	25	

F05.PR16/02/04.12.2014
Yayın Tarihi: 21.10.2013

ORMAN TOPRAK VE EKOLOJİ ARAŞTIRMALARI ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
LABORATUVARI

AB-0782-T
15T01.0047
Nis.15

TOPRAK ANALİZ RAPORU

METOD BİLGİLERİ		
TT	Toprak Türü	İşletme İçi Metot (MT 06)
OM	Organik Madde	TS 8336
EC	Elektrik İletkenlik	TS ISO 11265
	Toplam Kireç	TS 8335 ISO 10693
	PH	ISO10390

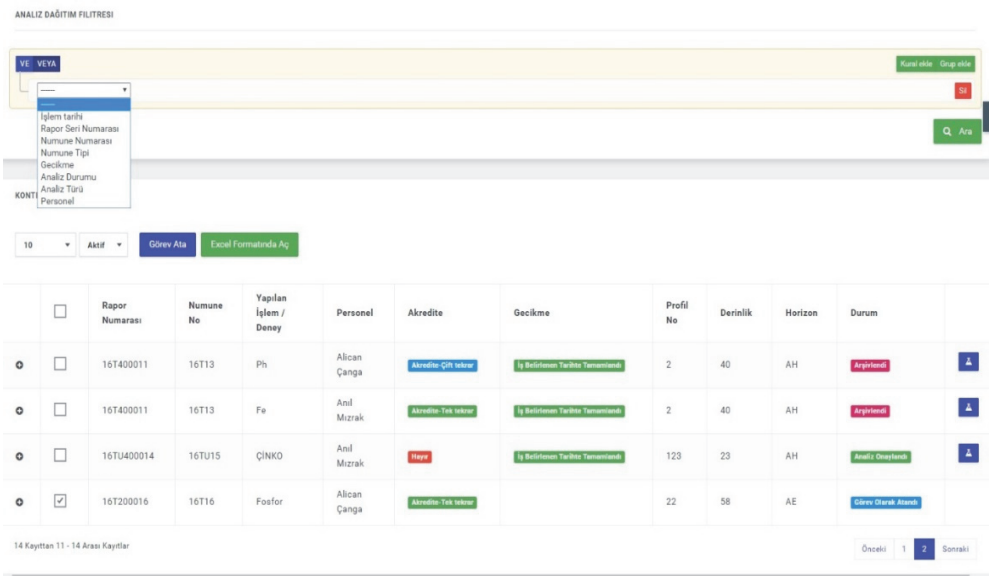
RAPOR YORUMU: (Yorum yapan kişi de Analiz Raporunu İmzalar)

LOQ: Ölçüm Limiti
*Akredite Analiz
Analiz Sonuçları Yukarıda Belirtilen Numune İçin Geçerlidir.
Toprak Rengi "Revised Standart Soil Color Charts "a göre belirlenmiştir.
Analiz sonuçları toprak numuneleri için 105 ºC'deki ağırlığa göre verilmiştir.
Analiz Sonucunda Yukarıda Belirtilen Değerler Tespit Edilmiştir.
İmzasız ve mühürsüz analiz raporları geçersizdir.

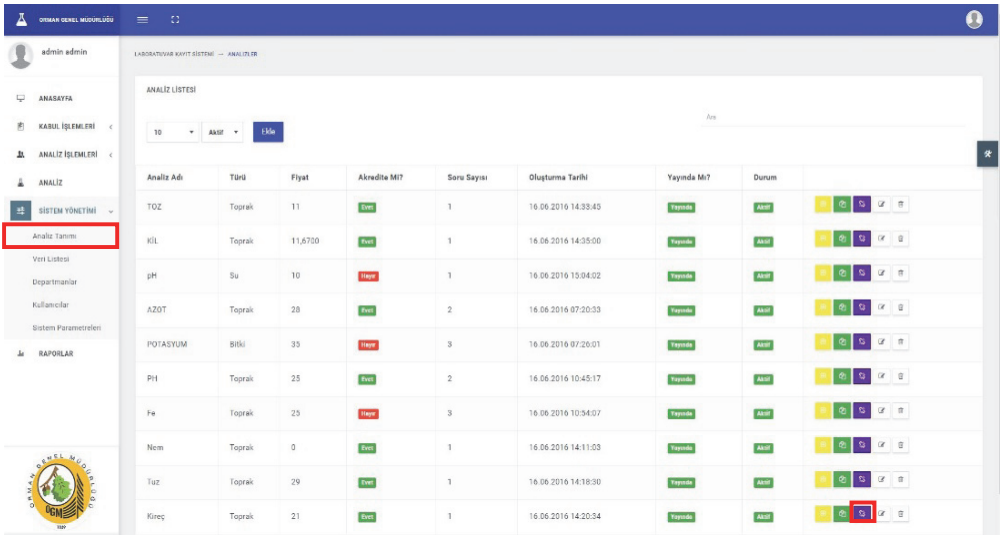
F05.PR16/02/04.12.2014
Yayın Tarihi: 21.10.2013

3 / 3

Şekil 7:Örnek analiz raporları



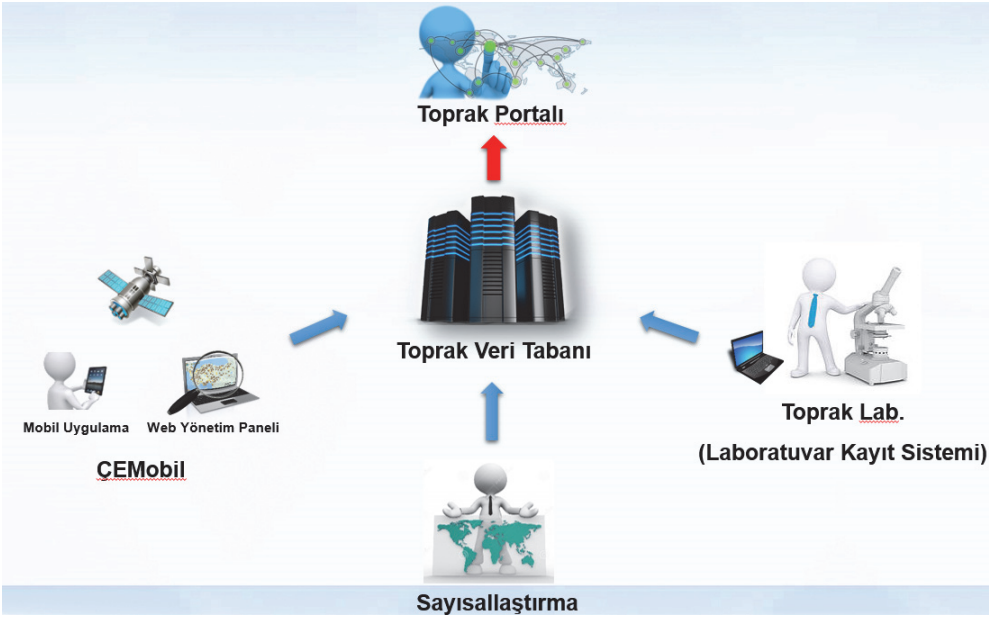
Şekil 8: Laboratuvar kayıt sistemi arayüzü



Şekil 9: Laboratuvar kayıt sistemi arayüzü

2. TEST VE ENTEGRASYON SÜRECİ

TOPRAKmobil ve Laboratuvar kayıt sistemi Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde kurulmuş olan toprak veritabanı mimarisine uyumlu olarak tasarlanmış ve başarı ile entegre edilmiştir. Sistemin entegrasyonu öncesinde her proje çıktısı yoğun bir test sürecine tabi tutulmuş ve gerekli iyileştirmeler yapılmıştır. Yazılım ve sistemlerin iyileştirme süreci devam etmekte olup sistemin sürekli güncel tutulması ve geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda sayısallaştırma projesi ile elde edilen toprak verileri uzman personel tarafından kontrol edilmekte ve belirlenen standartlara uydurulmaktadır. TOPRAKmobil uygulaması Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından yıllık yatırım planı kapsamında yürütülen projelerde aktif olarak kullanılmakta ve kullanıcıların geri bildirimleri ile sürekli geliştirilmektedir. Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü ilgili personeli laboratuvar kayıt sistemini tüm senaryolarla test etmekte özellikle kullanımın kolaylaştırılmasına yönelik geri bildirimler yazılım ekibi tarafından süratle değerlendirilmektedir.



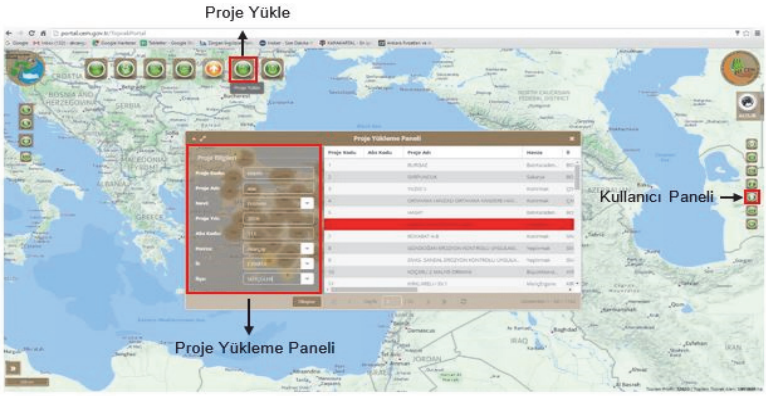
Şekil 10: Toprak Bilgi Sistemi entegrasyon şeması

3. TOPRAK PORTALI

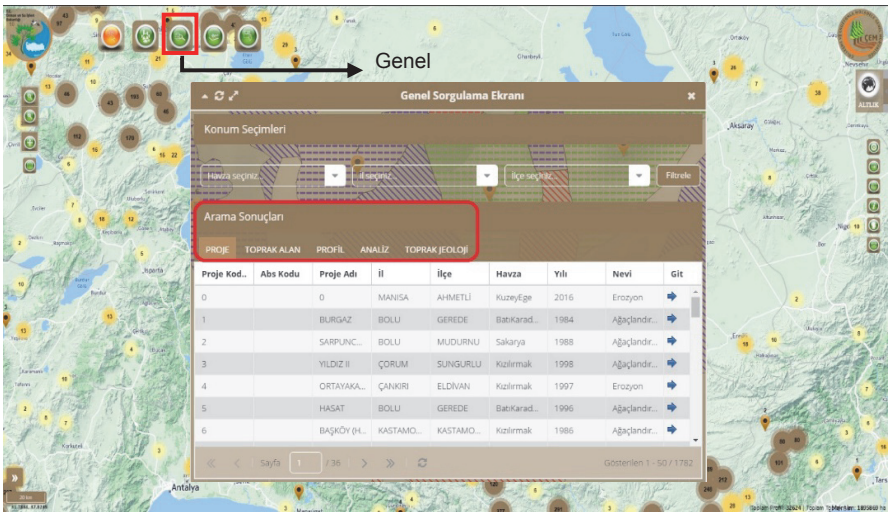
ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından kurulan toprak veritabanı pek çok kaynaktan beslenmekte olup toprak verileri belirlenen standartlarda depolanmaktadır. Toprak veritabanında saklanan toprak harita ve etüt karnelerini kullanıcılara açan, çeşitli sorgulama ve analiz yapmaya imkân tanıyan tematik harita çıktıları verebilen web tabanlı bir toprak portalı ÇEM Genel Müdürlüğü koordinesinde, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi bünyesinde kurulmuş olup http://portal.cem.gov.tr/ToprakPortal adresinden yayınlanmaktadır. Toprak Portalı, toprak veritabanın da bulunan tüm toprak harita, etüt karnesi ve analiz raporlarını sunmasının yanı sıra uygun formattaki toprak haritalarının, etüt karnelerinin ve fotoğrafların el ile sisteme yüklenmesine de imkân tanımaktadır. Kullanıcılar sadece toprak haritasını, etüt karnesini yada raster dosyasını bilgisayarlarına indirebilecekleri gibi seçtikleri projelere ait tüm verileri de tek seferde bilgisayarlarına indirebilmektedirler. Toprak portalı geri bildirimler ve test sonuçlarına göre sürekli olarak geliştirilmektedir.



Şekil 11: Toprak portalı genel görünüm



Şekil 12: Toprak portalı proje yükleme ekranı



Şekil 13: Toprak portalı genel sorgu ekranı

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak Bilgi Sistemi projesi kapsamında, arşivlerde kağıt ortamda bulunan 3000 den fazla projeye ait toprak harita, etüt karneleri ve analiz raporları sayısallaştırılarak toprak veritabanına aktarılarak tüm bu veriler, coğrafi bilgi sistemlerine uyumlu hale getirilmiştir. TOPRAK mobil yazılımı ile toprak verilerinin mobil cihazlar ile sahadan daha doğru, daha hızlı ve daha güvenilir şekilde alınması sağlanmıştır. 2014 yılından itibaren ÇEM Genel Müdürlüğü uhdesinde yürütülen tüm projelerde TOPRAK mobil sistemi kullanılmakta olup iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Toprak Bilgi Sistemi kapsamında toplanmış olan tüm toprak verileri Toprak Portalı üzerinden (http://portal.cem.gov.tr/ToprakPortal) sunulmaktadır. Portalda şuan aktif olarak 61 600 adet profil noktası ve yaklaşık 4 000 000 ha lık toprak alanı bulunmaktadır. Portal üzerinden profil noktalarına ait pH, derinlik, kireçlilik gibi pek çok fiziksel ve kimyasal özelliğe erişim sağlanabilmektedir. ÇEM Genel Müdürlüğü web tabanlı Laboratuvar Kayıt Sistemini geliştirerek pilot olarak seçilmiş olan Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'nün kullanımına sunmuştur. Laboratuvar Kayıt Sistemi ile tüm toprak laboratuvarlarının CBS'ye uyumlu sistemlere sahip olabilmelerinin ve Toprak Bilgi Sistemi üzerinden birbirleri ile entegre olabilmelerinin önü açılmıştır.

Kurulan bu sistemle elde edilen güncel ve CBS'ye uyumlu toprak verilerinin başta tarım ve ormancılık sektörleri olmak üzere pek çok çalışmaya altlık oluşturması hedeflenmektedir.

Toprak Bilgi Sisteminin kullanımının artırılması ve sistemin geliştirilmesi için aşağıdaki faaliyetlerin yürütülmesinin gerekli olduğu değerlendirilmektedir;

1- Başta OGM olmak üzere farklı kurum ve kuruluşlardaki projelere ait toprak harita ve etüt karnelerinin sayısallaştırma yöntemi ile toprak veri tabanına aktarılması, (Sayısallaştırma projeleri)
2- OGM'nin toprak haritalama ve etüt çalışmalarını TOPRAK mobil sistemi üzerinden yapmasını sağlayarak OGM bünyesinde üretilecek toprak verilerinin Toprak Bilgi Sistemine akmasının sağlanması.
3- Farklı kaynaklardan elde edilecek (DSİ, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Üniversiteler gibi) toprak verilerinin toprak veritabanına uygun standartlara getirildikten sonra sisteme dâhil edilmesi,
4- Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü'ne kurulmuş olan Laboratuvar Kayıt Sisteminin öncelikle OGM bünyesinde faal olarak çalışan diğer 5 adet laboratuvara uyarlanması, daha sonrasında Tarım Bakanlığına ait ve özel sektör toprak laboratuvarlarına yaygınlaştırılarak Toprak Bilgi Sistemine dâhil edilmesi,
5- Toprak Portalı'nın kullanımını artıracak tanıtım, protokol, vb. faaliyetlerininartırılması,
6- Belirlenecek bir havza/bölge baz alınarak akademisyen ve uzmanların yer alacağı bir çalışma grubu ile Toprak Bilgi Sistemi bünyesinde bulunan toprak verileri ile hangi çıktı ve raporların alınabileceğinin belirlenmesi, doğrulama ve kalibrasyon çalışmalarının yapılması,

Kaynaklar

Baldwin, M., Kellog, E.C. ve Throp, J. 1938. *Soil Classification.* Year Book of Agriculture, USDA

Blacke, G.R., and K.H. Hartge.1986. Bulk density. In Klute, A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy 9: 363-382.

Bremner, J.M. 1965. Inorganic Forms of Nitrogen. Methods of Soil Analysis. Black, C.A. American Soc. Of Agron. Inc. Publ. Madison Wis., USA, 1197-1287

Dengiz, O., Bayramin, İ. 2003. Ankara Gölbaşı Topraklarının Farklı Toprak Sınıflandırma Sistemlerine Göre Sınıflandırılması. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7 (3-4), 61-68, ŞANLIURFA.

Dengiz, O., Gülser, C., İç, S., Kara, Z. 2009. Aşağı Aksu Havzası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Haritalanması. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (1); 34-43.

FAO/ISRIC, 2006. World References Base for Soil Resources. World Soil Rep., No,103. Rome, 128 p.

Jenny, H. 1980. The Soil Resource; Origin and Behaviour, Ecol. Studies. 37. Springer Verlag, N.Y.

Rogowski, A. S., Wolf, K.J., 1994. Incoporation Variability into Soil Map Unit Delineation. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:163-174.

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting soil Survey. USDA Handbook No: 436, Washington D.C. USA.

Şenol, S., Aksoy, E., Cullu, M.A., Bayramin, İ., Kılıc, S., Dingil, M., Koca, K. 2010. Türkiye'de Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu Gereği Yapılması Zorunlu Toprak Etütleri ve Önemi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 59-71.

POTANSİYEL ORMANCILIK FAALİYET SAHALARI VERİTABANI İLE HAVZA İZLEME VE DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (HİDS)

Elçin ACAR, Cafer ORHAN, Kürşat YILDIRIM, Ahmet DOĞAN, Murat ARSLAN, Mesut YILMAZ, Erkan GÜLER, Enis BALTACI
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara
eacar@ormansu.gov.tr

ÖZET

Doğal kaynakların etkin kullanımı ve sürdürülebilir havza yönetiminin sağlanabilmesi için havzada faaliyet gösteren kurumlarla koordineli olarak oluşturulmuş, havza bileşenlerinin izlenebileceği bir izleme sistemi oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu sayede, havzada yürütülen projelerin etkin bir şekilde izlenebilmesi, hızlı ve güncel izleme yapılarak gerekli önlemlerin alınabilmesi ve izlemeye yönelik maliyetlerin azaltılması neticesinde yatırımların başarıya ulaşması, doğal kaynakların dengeli kullanılması ve korunması da mümkün olabilmektedir.

Bu kapsamda, 2011 yılında, Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın uhdesinde, HİDS altyapısının oluşturulabilmesi için gerekli çalışmalara başlanmış ve mevcut durum analizinin yapılarak ihtiyaçların tespiti amacıyla öncelikle bir fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün koordinasyonunda yürütülen ve 2012 yılı sonunda tamamlanan fizibilite çalışması kapsamında, havzada faaliyet gösteren tüm kurumlarla görüşülerek bir Paydaş İhtiyaç Analizi yapılmış; Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri incelenmiş; Veri Altyapısına ait mevcut durum ve ihtiyaçlar ortaya konmuş ve oluşturulacak model için bir ihtiyaç analizi gerçekleştirilmiştir.

Fizibilite çalışmasını takiben, 2013 yılında çalışmalarına başlanan HİDS Projesi kapsamında, tüm veri temaları çalışılarak, sistemin geliştirilmesi ile Türkiye Çölleşme Modeli (TÇM),Potansiyel Ormancılık Faaliyet Sahaları (POS), Sel Duyarlılık ve Hidrolojik Sel, Taşınan Toprak Miktarı (DEMİS), Rüzgar Erozyonu (UDREMİS) Modelleri oluşturulmuş ve doğrulama-kalibrasyonçalışmaları devam etmektedir. Proje içerisinde havza bazında ele alınması ve sisteme dâhil edilmesi gereken toplamda 16 adet veri teması göstergeleri ile birlikte fizibilite kapsamında çalışılmıştır. Söz konusu veri temaları; Toprak Erozyonu ve Kütle Hareketleri, Sel ve Taşkın, Çölleşme, Sürdürülebilir Orman Yönetimi, Arazi Kullanımı, Karbon Değişimi, Çığ Kontrolü, Su Yönetimi, Biyolojik Çeşitlilik, Çayır ve Meralar, Çevre Yönetimi, Tarım Yönetimi, Enerji, Sosyo-Ekonomi ve Kültürel Yapı, RiperianZon ve Kıyı Ekosistemleri ile Kentsel Havzalar'dır.

Anahtar Kelimeler: *havza yönetimi, potansiyel ormancılık faaliyetleri, izleme-değerlendirme, toprak erozyonu, kütle hareketleri, sel ve taşkın, çölleşme, sürdürülebilir orman yönetimi, arazi kullanımı*

POTENTIALFORESTRY ACTIVITY FIELDS DATABASE AND WATERSHED MONITORING AND EVALUATION SYSTEM

Elcin ACAR, Cafer ORHAN, Kursat YILDIRIM, Ahmet DOGAN, Murat ARSLAN, Mesut YILMAZ, Erkan GULER, Enis BALTACI
General Directorate of Combating Desertificationand Erosion, Ankara
eacar@ormansu.gov.tr

ABSTRACT

A monitoring system, that is generated by coordinationof the agencies which operate in the watershed and monitors the watershed components, is very important for effective use of the natural resources and availability of sustainable watershed management. Inthisway, by monitoring the project carried out in the watershed effectively, quickly and timely, monitoring and taking necessary precautions and reducing monitoring costs, it is possible success of investments, balanced use and protection of the natural resources.

Within This Scope, in 2011, under the Ministry of Forestry and Water Affairs' responsibility, necessary studies was started for setting the substructure of the watershed monitoring and evaluation system and a a feasibility study was carried out inorder to determine the needs by analysing the current situation. Under this feasibility study that was coordinated by general directorate of Combating Desertification And Erosion Completed By The End of 2012, a stakeholder needs analysis was done by interviewing with institutions operating in the watershed, international similar applications were examined, current situation needs of data infrastructure were revealed in a need analysis was carried out for the model to be created.

Following the feasibility study, under the potential forestry activity fields database and Watershed Monitoring and Evaluation System Project That Started in 2013, Turkey Desertification Model, Potential Forestry Activity Fields Model, Flood Sensitivity and Hydrological Flood Model, Carried Soil Amount And Wind Erosion Model were created by studying alldata themes and developing system verification-calibration studies are being processed. Within this project, 16 data themes which have to be included in the system and sealed with a watershed- based approach, were studied with their indicators. These dat themesare; These data themes are; Soil Erosion and Mass Movements, Flood, Desertification, Sustainable Forest Management, Land Use, Carbon Exchange, Avalanche Control, Water Management,

Biodiversity, Pastures, Environmental Management, Agriculture Management, Energy, Socioeconomic Cultural Structure, Riparian Zone and Coastal Ecosystems and Urban Basins.

Keywords: *Watershed management, potential forestry activities, monitoring-evaluation, soil erosion, mass movements, flood, desertification, sustainable forest management, land use*

1. Giriş

Coğrafi tabanlı bir Havza İzleme-Değerlendirme Sisteminin, izlemeye yönelik maliyetin azaltılması, hızlı ve güncel izleme yapılarak gerekli önlemlerin alınması ve havzada yürütülen projelerin etkin bir şekilde izlenebilmesi sayesinde yatırımların başarıya ulaşmasına, doğal kaynakların dengeli kullanılması ve korunmasına yönelik önemli kazanımlar sağlaması öngörülmektedir.

Bu öngörüden yola çıkarak, havzalardaki erozyon, çölleşme, arazi kullanımı, orman gibi veri temalarının birlikte değerlendirerek tüm havzaları kapsayan model bir izleme-değerlendirme sistemi için proje fikri ilk olarak 2009 yılında oluşturulmuş ve 2011 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından uygun görülerek proje çalışmaları başlamıştır. 2011 yılı sonunda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü proje yürütücüsü kurum olmuş ve hemen akabinde projenin fizibilite çalışmaları için görüşmelere başlanmıştır. Mevcut durum analizi ve iş planının ortaya konması amacıyla TÜBİTAK-BİLGEM ile gerçekleştirilen ve 6 ay süren fizibilite çalışmaları 2012 yılı Haziran ayında başlamıştır.

"Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı ile Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi" adı ile gerçekleştirilen fizibilite içerisinde Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti kapsamında;

1. Analiz Uygulama Planı
2. Süreç Analizi ve Paydaş İhtiyaç Analizi
3. Uluslararası Benzer Uygulama Örneklerinin İncelenmesi
4. Veri Altyapısı İhtiyaç Analizi
5. Model İnceleme ve İhtiyaç Analizi
6. Proje ve Faaliyet Taslak Listesinin Oluşturulması çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Analiz Uygulama Planı: Analiz Uygulama Planında, proje kapsamında yürütülecek faaliyetlerin, izlenecek yöntemlerin, yapılacak işlerin detaylı planı ile iş

takvimi, sorumluları ve proje çıktılarının tanımlaması ve planlaması yapılmıştır (TÜBİTAK&ÇEM, 2013).

2.2. Süreçve Paydaş İhtiyaç Analizi: Paydaş kurumların görev ve yetkileri kapsamında havza ile ilgili veri altyapısı ve faaliyetlerini ortaya koymak amacıyla iç ve dış paydaşlar ziyaret edilerek ilgili birimlerle görüşmeler yapılmıştır. Bu analizlerde, 6 farklı Bakanlık kapsamında; 31 farklı birim ile görüşülmüştür. Gerçekleştirilen görüşmeler doğrultusunda, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı ile Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi'ne paydaş kurumların sağlayabileceği katkılar belirlenmiş ve her bir kurum özelinde veri tabloları oluşturulmuştur (TÜBİTAK&ÇEM, 2013).

2.2.1. İç Paydaşlar

- Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
- Orman Genel Müdürlüğü
- Ormanve Su İşleri Bakanlığı BilgiİşlemDairesi Başkanlığı
- Devlet Su İşleriGenel Müdürlüğü
- Su Yönetimi GenelMüdürlüğü
- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü

2.2.2. Dış Paydaşlar

- Gıda, Tarımve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- CBS Genel Müdürlüğü
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı- Maden İşleri Genel Müdürlüğü

- Maliye Bakanlığı- Milli Emlak Genel Müdürlüğü
- Kültür ve Turizm Bakanlığı- Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü

2.3. Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri Analizi:

Çalışma kapsamında, havzada doğal kaynakların ve doğalsüreçlerin değerlendirilmesi ve izlenmesinde uzaktan algılama yöntemleri değerlendirilmiş ve dünyada bu kapsamda yapılan çalışmalar taranarak sonuçları irdelenmiştir.

Literatürde yer alan erozyon modelleri ve özelliklerinden de bahsedilerek Türkiye'de yapılan çalışmalara yer verilmiştir Örnekler seçilirken Türkiye'ye ekolojik ve gelişmişlik düzeyi açısından benzer ve benzer olmayan örnekler seçilmeye çalışılmıştır.

Bu kapsamda, 15 Farklı Ülke Örneği idari altyapı, havza yönetim süreçleri ve teknik altyapı bakımından incelenerek; Uluslararası Kuruluşlar, Sözleşmeler, Direktifler, Uluslararası İzleme Sistemleri ve Veritabanları taranmıştır. (TÜBİTAK&ÇEM, 2013).

2.4. Veri Altyapısı İhtiyaç Analizi: Veri altyapısı ihtiyaçlarının belirlenmesi çalışmaları kapsamında, öncelikle, oluşturulacak olan Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi için operasyonel düzeyde seviyeler belirlenmiştir;

1. Seviye ülke bütünü için politikaların belirlendiği havzalar arası ilişkilerin yer aldığı en üst ölçekteki izleme seviyesidir.

2. Seviye Sürdürülebilir Havza Yönetimi için gerekli olan havza izleme sistemidir.

3. Seviye ise kurumsal önceliklere göre belirlenen, havzada çalışan her kurumun kendi faaliyetlerini mikro havza düzeyinde ayrıntılı olarak izleyeceği seviyedir.

Ayrıca, gerçekleştirilmiş paydaş görüşmeleri ile kurumların veri altyapısı ve ihtiyaçları analiz edilerek sistem dahilinde olması gereken veri temaları belirlenmiş; her veri teması için verinin sahibi, kullanılabilirlik ve güncellik durumu ve iyileştirme ihtiyaçları ortaya konmuş, veri kartları oluşturulmuştur (TÜBİTAK&ÇEM, 2013).

Sürdürülebilir havza yönetimi için oluşturulan bir havza izleme sisteminde yer alması ve izlenmesi gereken veri temaları 16 başlık altında toplanmıştır;

1. Toprak Erozyonu ve Kütle Hareketleri
2. Sel ve Taşkın

3. Çığ Kontrolü
4. Çayır ve Meralar
5. Çölleşme
6. Sürdürülebilir Orman Yönetimi (Doğal Ormanlar, Plantasyonlar), (Devlet Ormanları, Özel Ormanlar, Hükmi Şahsiyetine Ait Ormanlar)
7. Tarım Yönetimi
8. Su Yönetimi
9. Çevre Yönetimi
10. Sosyo-ekonomi ve Kültürel Yapı
11. Enerji
12. Arazi Kullanımı
13. Riperian (Dere Kenarı) Zon ve Kıyı Ekosistemleri, Su Basar Ormanlar
14. Biyolojik Çeşitlilik
15. Kentsel Havzalar
16. Karbon Değişimi

2.5. Model İnceleme ve İhtiyaç Analizi

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Thomas L. Saaty (1980) tarafından karar verme süreçlerinin daha sağlıklı bir şekilde işletilmesi amacıyla oluşturulmuş bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım ile, karar verme sürecinde kararı oluşturan faktörler birbirleriyle ilişkili ve bir bütün olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, faktörlerin karar üzerindeki etkileri de ağırlıklandırılabilmektedir. Böylece, sistem dahilinde hem farklı özellik gösteren havzalar için tema önceliklendirmeleri yapılabilecek hem de yapılan önceliklendirmelerin tutarlılığı kontrol edilmiş olacaktır.

AHP, Nefeslioğlu et al. (2012) önerisiyle, Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin modellenmesinde modifiye edilerek (Modifiye Analitik Hiyerarşi Süreci (M-AHP)) kullanılmıştır. M-AHP'nin kullanılmasında en önemli amaç uzman görüşünden kaynaklanan öznel belirsizlikleri azaltmasıdır. Böylece kriterlerin belirlenerek ağırlıklandırılması ve bunların kendi içerisinde değerlendirilmesi sağlanmış vesüreç sonunda, sınıflar önem derecelerine göre sınıflanmış olacaktır.

3. Değerlendirme

Bu kapsamda, belirlenmiş olan 16 veri teması içinsüreçler, izlenmesi gerekli durum ve veri alt bileşenleri tanımlanmış ve uzman görüşüne göre puanlanmıştır.

Böylece, havzada izlenmesi gereken 16 veri temasının tümü için izleme parametreleri ve kriter puanları belirlenmiş, böylece her temanın en yüksek puanları

oluşturulmuştur. 16 veri teması için toplam tanımlanan izleme parametre sayısı **142** başlıkta incelenmiş, bu parametreler için belirlenen toplam kriter sayısı ise **563** olmuştur(TÜBİTAK&ÇEM, 2013).

İzlenecek Veri Temaları, Süreçler, İzlenmesi Gerekli Durumlar ve İzlenecek Veri Alt Bileşenleri(TÜBİTAK&ÇEM, 2013)

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
1	Toprak Erozyonu ve Kütle Hareketleri	Erozyon	Erozyon Tehlike Durumu	Toprak Kayıp Miktarı	ÇEM, TAGEM
				Sediman İletim Oranları (%)	DSİ
			Sediman Ölçüm Verileri	Sediman Özellikleri	DSİ, GTHB, TAGEM
		Kütle Hareketleri	Heyelan Tehlike Durumu	Alansal / Hacimsel Yayılım	MTA
2	Sel ve Taşkın	Sel	Sel Tehlikesi	En Yüksek Yağış Miktarı Debi Artışı En Yüksek Yağış Tekerrürü Meteorolojik Radar Verileri	MGM, DSİ, AFAD, Belediyeler, Valilikler ve Kaymakamlıklar
			Sel Zararı	Can ve Mal Kaybı Selden Etkilenen Alan Ekonomik Zarar	MGM, DSİ, AFAD, Belediyeler, Valilikler ve Kaymakamlıklar
			Sediman Yoğunluk Akıntısı	Sedimet Çapı Sediman Büyüklüğü Sediman Yoğunluğu Sediman Miktarı	MGM, DSİ, AFAD, Belediyeler, Valilikler ve Kaymakamlıklar
		Taşkın	Taşkın Tehlike Durumu	Taşkın Yayılma Alanı Su Yüksekliği Taşınan Sediman Özellikleri	MGM, DSİ, AFAD, Belediyeler, Mülki İdareler
			Taşkın Zararları	Can ve Mal Kaybı Arazi Bozulması Tarımsal Üretim Kaybı Endüstriyel Üretim Kaybı	MGM, DSİ, AFAD, Belediyeler, Mülki İdareler
		Korunma	Sel ve Taşkın Önleme Faaliyetleri	Önleyici Tesisler Koruyucu Tesisler Saptırıcı Tesisler Erken Uyarı Sistemleri	DSİ, Belediyeler, Mülki İdareler, SYGM
3	Çığ Kontrolü	Çığ Düşme Tehlikesi	Çığ Tehlike Durumu	Çığ Başlangıç Zonu Çığ Güzergahı (Çığır) Çığ Bitim Zonu	MGM, AFAD, OGM

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
			Çığ Önleme Faaliyetleri	Tesis Durumu Çığ Kontrolü Yapılan Sahalar	MGM, OGM
			Çığ Zararı	Oluşan Çığ Sayısı Can ve Mal Kaybı	AFAD
4	Çayır ve Meralar	Çayır ve Meralarda Değişim	Mera Kalitesi	Mera Alan Miktarı Mera Islahı Tesisleri Ot Üretim Miktarı (Kuru, Yaş) Hayvan Sağlığı Hayvan Cinsleri Otlatma Kapasitesi Mera Islahı Yapılacak Alanlar	OGM, BÜGEM, TUİK
5	Çölleşme	Arazi Bozulması	Bitkisel Örtü Bozulması	Vejetasyon Yapısı Vejetasyon Kompozisyonu Kök Sistemleri Yapısı Konumsal Dağılım Desenleri Asimetrik Morfoloji İstilacı Türlerin Oluşumu	OGM, BÜGEM
			Toprak Bozulma Süreçleri	Toprak Bozulma Oranı	TRGM, OGM
			Erozyon (REF: Toprak Erozyonu ve Kütle Hareketleri)	Erozyon Teması Kullanılacaktır	
		İklim	Kuraklık	Kuraklık Durumu	MGM
			Yağış Özellikleri	Yağış Miktarı Yağış Sıklığı Yağış Şiddeti Yıl İçi Yağış Dağılımı	MGM
		Biyolojik Çeşitlilik	REF: Biyolojik Çeşitlilik	Biyolojik Çeşitlilik Teması Kullanılacaktır	
6	Sürdürülebilir Orman Yönetimi (Doğal Ormanlar, Plantasyonlar),(Devlet	Verimli Ormanlar (Doğal ve Plantasyonlar)	Verimli Ormanlar	Doğal Gençleştirme Alanı Suni Gençleştirme Alanı Rehabilitasyon Alanı	OGM

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
	Ormanları, Özel Ormanlar, Hükmi Şahsiyeti Haiz Amme Müesseselerine Ait)	Korunan Ormanlar ve Korunan Alanlar	Korunan Alanlar Statülü Alanlar	Milli Parklar Tabiat Parkları Tabiat Anıtları Tabiatı Koruma Alanı Sulak Alanlar Mesire Yerleri Muhafaza Ormanları Doğal Yaşlı Ormanlar Kalıntı Ormanları Subasar Ormanlar Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahaları Yaban Hayatı Koruma Koridorları Gen Koruma Ormanları Tohum Bahçeleri Tohum Meşcereleri Klon Bahçeleri Araştırma Ormanları	OGM, DKMP
		Bozuk Ormanlar (Verimsiz Ormanlar) Diğer Ağaçlık Alanlar ve Açık Alanlar	İyileştirilen Bozuk Orman Alanları ve Yeni Ormanların Tesisi	İyileştirilen Bozuk Orman Alanlarının Durumu Yeni Tesis Edilen Orman Alanlarının Durumu Ağaçlandırma Durumu ve Başarı Oranı	OGM
		Servet - Artım	Verimli Ormanlar Bozuk Ormanlar	Üretim Miktarı Servet Artım	OGM
		İzin ve İrtifaklar	Toplam İzin Verilen Alan	İzin ve İrtifak Alanları	OGM
		Planlama ve Kadastro	Amenajman Planları Güncellik Durumu Kadastrosu Tamamlanmış Orman Alanları	Süresi Dolmuş / Dolmamış Amenajman Planları, Kadastrosu Yapılmış / Yapılmamış Alan, Orman Dışına Çıkarılan Alan 2.(B) Madde uygulamaları 2-B den Geri Alınan Alan	OGM, TKGM
		Koruma	Orman Suçları	Yanan Orman Alanları Kesme, açma, Nakil, Yerleşme ve Otlatmaya maruz kalan Alanlar Orman Suçlarında Değişim	OGM

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
			Abiyotik	Çığ - Fırtına Zararları Heyelan Yıldırım Yangın Güneş Yakmaları Aşırı Soğuklar	OGM
			Biyotik	Böcek ve Mantar Zararları Hastalıklar	OGM
		Üretim	Odun Üretim Durumu Odun Dışı Orman Ürünleri	Ürün Çeşidi ve Miktarı Hayvansal ve Bitkisel Ürün Çeşidi ve Miktarı	OGM
7	Tarım Yönetimi	Sulu Tarım	Sulama Yöntemleri Sulu Tarım Alanları	Ürün Deseni, Kimyasal Gübre, Tarımsal Mücadele, Örtü Altı Tarım	TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
		Kuru Tarım	Kuru Tarım Alanları Sulu Tarıma Uygun Alanlar Toprak ve Su Koruma Önlemleri		TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
		Bağ-Bahçe (Dikili Tarım)	Bağ- Bahçe (Dikili Tarım) Alanları		TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
		Arazi Toplulaştırma	Toplulaştırılan Alan	Toplulaştırılan Alan Miktarı	TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
		Yanlış Kullanım	Tarım Topraklarının Amaç Dışı Kullanım Alanı	Arazi Kaybı,	TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
		Nadas	Nadas Alanları	Alansal Değişim	TRGM, TAGEM, GTHB, TUİK
8	Su Yönetimi	Su Kalitesi	İçme Suyu Kalitesi	Renk, Askıda Madde-Bulanıklık, Tat ve Koku, Sıcaklık, pH, Elektriksel İletkenlik, Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı, İnorganik Maddeler, Organik Maddeler, Gazlar, Mikroorganizmalar, Sertlik, Radyoaktivite	SYGM, DSİ, MGM
			Kullanma ve Sulama Suyu	Na, Ca ve Mg İyon Derişimleri, Elektriksel İletkenlik, pH	SYGM, DSİ, MGM
		Kirliliğin İzlenmesi	Su Kirliliği	Karbon Klor Ekstratı, Nitrit, Amonyak	SYGM, DSİ, MGM
		Su Bütçesi	Su Bütçesi Durumu	Yağış, Buharlaşma-Terleme, Sızma, Debi	SYGM, DSİ, MGM
9	Çevre Yönetimi	Toprak Kirliliği	Toprak Kirliliği Durumu	Kirli Sahaların Sınıflandırılması ve Alanların Belirlenmesi	SYGM, ÇŞB, TUİK

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
		Katı Atık	Katı Atık Durumu	Endüstriyel ve Kentsel Atık Miktarları ve Nitelikleri	SYGM, ÇŞB, TUİK
		Atıksu	Su Kirliliği Durumu	Endüstriyel ve Kentsel Atık Miktarları ve Nitelikleri	SYGM, ÇŞB, TUİK
		Hava Kalitesi	Hava Kirliliği Durumu	Endüstriyel ve Kentsel Atık Miktarları ve Nitelikleri	SYGM, ÇŞB, TUİK
10	Enerji	Enerji Kaynakları	Fosil Yakıt Kaynak Alanları	Doğal (Vahşi) Yanmalar Kömür Atık Sahaları Göl/Deniz Petrol Sızıntıları	ÇŞB
			HES'ler için Kaynak Alanlar	Yerleşim Alanlarına Etki Tarihi ve Kültürel Yapılara Etki Vahşi Yaşama Etki Bitki Örtüsüne Etki Tarım Arazilerine Etki	DSİ, ÇŞB, KTB, DKMP, OGM. OSİB
			Rüzgâr Enerjisi Kaynak Alanları	Rüzgâr Şiddeti ve Yönü Zamansal Değişim	MGM, YEGM
			Jeotermal Enerji Kaynak Alanları	Isı Miktarı Değişimi Çamur Patlamaları Ani Kaynak Patlamaları Tarım Alanlarına Etki	MİGEM, MTA
			Güneş Enerjisi Kaynak Alanları	Enerji Işıma	MİGEM, YEGM
			Nükleer Enerji Kaynak Alanları	Nükleer Sızıntı	TAEK
			Termik Santral Alanları	Baca Atık Gaz Salınımı Tarım Arazilerine Etki Yerleşim Alanlarına Etki	ÇŞB
			Baraj ve Gölet Alanları	Göl Alanı Su Seviyesi Değişimi Yan Dere Sediman Taşınımı Siltasyon Göl Alanı Yamaçlarında Heyelan	DSİ, MTA
11	Arazi Kullanımı	Tarımsal Girdilerin Aşırı Kullanımı	Kimyasal İlaç ve Gübre Kullanım Durumu Kirli Su Kullanımı	Kullanım Miktarı	OSİB, ÇŞB, GTHB, SYGM
		Yanlış Arazi Kullanımı	Arazi kullanım türü (sınıflaması)	Alansal Yayılım	OSİB, ÇŞB, GTHB, SYGM

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
12	Riparian (Dere Kenarı) Zon ve Kıyı Ekosistemleri, Su Basar Ormanlar	Kıyı Ekosisteminde Bozulma Kirlilik Akuatik Yaşamda Bozulma	Karasal Habitat Su Kalitesi ve Kirlilik Akuatik (Su içi) Habitat Su Basar Ormanlarda Su Miktarı	Arazi Kullanım Değişimi Havza Drenaj Deseni Koruma Zonları Tür Çeşitliliği Dere Üstü Tesis Durumu Mecra Erozyonu	OSİB, ÇŞB, DSİ, DKPM
13	Biyolojik Çeşitlilik	Türlerin İzlenmesi	Endemik Türler Relikt Türler İstilacı Türler	Tür Sayısı	DKMP, OGM
			Nesli Tehdit Altındaki Türler	Tehdit Altındaki Tür Sayısı	DKMP, OGM
		Korunan Alanlar	Korunan Alanlarda Değişim	Korunan Alan Sınırları ve Alanları	DKPM, OGM
		Ekosistem Çeşitliliği	Tarımsal Biyolojik Çeşitliliği Bozkır Biyolojik Çeşitliliği Orman Biyolojik Çeşitliliği Dağ Biyolojik Çeşitliliği İç Su Biyolojik Çeşitliliği Kıyı ve Deniz Biyolojik Çeşitliliği	Alansal Dağılım Tür Sayısı	DKPM, OGM
		Göç Yolları	Karasal Göç Güzergahı Sucul Göç Güzergahı	Göç Yolları Göç Yolu Üzeri Şehirleşme Durumu Göç Yolu Üzeri Ulaşım ve Hava alanları Göç Yolu Konaklama Alan Durum ve Sayısı	OGM, OSİB
		Beslenme, Barınma ve Üreme Alanlarında Değişim	Habitatlarda Daralma	Orman ve Meralarda Azalma Doğal Alanlarda Azalma Doğal Habitatlarda Kirlilik	OGM, OSİB, BÜGEM, ÇŞB, DKMP
14	Kentsel Havzalar	Kentleşme Doğal Alanlarda Azalış Derelerde Su Akış Kapasitesinde Azalış	Arazi Kullanımda Değişim Amaç Dışı Arazi Kullanımı	Yapılaşma ve Üst Kaplama Dere İçi Yapılaşma Arazi Kullanım	ÇŞB, OSİB, DSİ, AFAD, KTB
			En Yüksek Su Seviyesi ve Miktarı	Akım Gözlem Değerleri Akım Yükseklikleri Debi Sanat Yapıları ve Kapasiteleri	ÇŞB, OSİB, DSİ, AFAD, KTB
			Koruma Altyapısı Erken Uyarı Sistemi	Koruma Yapıları Sanat Yapıları Uyarı Mekanizmaları Afet Koruma ve Kurtarma Planı Akım Gözlem Verileri	ÇŞB, OSİB, DSİ, AFAD, KTB

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenmesi Gerekli Durum	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri	SORUMLU KURUM/KURULUŞLAR
			Sel ve Taşkın Etkileri	Ölü ve Yaralı Sayısı Taşkından Etkilenen Konut ve İşyeri Sayısı Ekonomik Kayıp Miktarı Tahrip Olan Alan Miktarı	ÇŞB, OSİB, DSİ, AFAD, KTB
15	Karbon Değişimi	Karbon Depolama	Yutak (Karbon Depolama) Alanlar, Biyokütle Analizi	Ormanda Biyokütle Merada Biyokütle Tarımsal Biyokütle Yerleşim Yerleri Sulak Alanlarda Biyokütle Göl ve Barajlarda Biyokütle	OGM, OSİB, DKMP, ÇŞB, GTHB, TUİK

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri
16	Sosyo-Ekonomi ve Kültürel Yapı	Ekonomi	Kırsal Yoksulluğun Azaltılması
			Tasarruf ve Tüketim Meyli
			Borçlu Kişi Oranı
			Kredi Kullanma Durumu
			Tarım
			Hayvancılık
			Ormancılık
			Diğer
			Kişi/Hane Başına Düşen Gelir
			Gelirin Elde Edildiği Kırsal Uğraşı Düzenleri (Oransal)
			Kişi Başına Düşen Gelirin Açlık ve Yoksulluk Sınırı Değerlerine Oranı
			Gelir Dağılımı
			Gelir Arttırıcı Faaliyetler
			Pazara Uzaklık
			Pazarlama Organizasyonu
			İşsizlik Oranı
			Çalışabilir Nüfus Miktarı (15-65)
			Cinsiyete Göre Çalışan Oranı
			Uğraşı Düzenleri İtibariyle Çalışan Kişi Sayısı
			Alternatif (Yeni) İş Olanakları

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri
			Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi
			Hayvansal Üretim Mekanizasyon Oranı
			ORKÖY Kredileri
			Tarımsal Destekler
			Zati İhtiyaç Kullanımı
			Sanayi Tesislerinin İzlenmesi
		Demografik bilgiler	Toplam Nüfus
			Nüfustaki Değişim
			Nüfusun Yaş Gruplarına Dağılımı (0-14, 15-65 ve 65 Üzeri)
			Çocuk Sayısı
			Erkek ve Kadın Sayısı
			Cinsiyetteki Değişim
			Havza İçi Göç (Köyden İl ve İlçe Merkezine)
			Havzalar İçi Göç (Köyden İl ve İlçe Merkezine)
			Mevsimlik Göç
			Hane Büyüklüğü
		Eğitim	Okur Yazar Oranı
			Okullaşma Oranı
			Okula Ulaşım
			Yaygın Eğitim Sayısı ve Katılımcı Oranları
			Eğitim Düzeyi
		Altyapı	İçilebilir ve Kullanılabilir Su Miktarı
			Su Kaynağı
			Şebekeye Bağlı Hane ve Nüfusu
			Şebeke Dışı Su Kaynakları
			Arıtma Tesisleri
			Bertaraf Tesisleri
			Kanalizasyona Bağlı Hane ve Ahır
			Merkeze Ulaşım
			Yol Tipi
			Elektrik Mevcudiyeti
			Evsel Atık
			Sanayi Atık
			Hayvansal Atık
			Rekreasyon ve Turizm Atıkları

Numara	İzlenecek Veri Temaları	Süreç	İzlenecek Veri Alt Bileşenleri
			Arıtma ve Bertaraf Merkezleri
			Konut Tipi (Beton, Karkas, Toprak)
			Konutlaşma Oranı
			Konut İhtiyacı
		Sağlık	En Yakın Sağlık Kuruluşu
			Sağlık Güvencesi Bulunan Nüfus
			Tarım, Sanayii ve Evsel Katı Sıvı Gaz Atıklar
			Bulaşıcı ve Salgın Hastalık Durumu
			Yöreye Ait Hastalık
			Sağlık Personeli Başına Düşen Kişi Sayısı
			Halk Sağlığı ile İlgili Çalışmaların Düzeyi ve Bunlara İlişkin Olanaklar
			Aşılama Oranı
			Bebek Ölüm Oranı
		Kültür	Kültürel Üretim Davranışları
			Önyargılar ve Kısıtlar
			Okula Gönderilen Kız Çocuğu Oranı
			Organizasyonlarda Görev Alan Kadın Oranı
			Yerel Yönetimlerde Görev Yapan Kadın Oranı
		Sivil kapasite ve yapılanma	Kooperatifleşme Düzeyi (Üye Sayısı)
			Kooperatif Sayısı
			SGK'ya Kayıtlı Birey Sayısı
			Suçların Değişim Oranı

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmaların devamında, "Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi" ÇEM Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK BİLGEM arasında 2013 tarihinde başlamıştır. Proje kapsamında TÜBİTAK BİLGEM tarafından "Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi" geliştirme çalışmaları devam etmiş, "Türkiye Çölleşme Modelive Risk Haritası" oluşturulmuş ve ülkemizde bulunan 25 havzayı temsil edecek nitelikte belirlenen 13 alanın ilk 4'ünde "Türkiye Çölleşme Modeli"nin doğrulama ve kalibrasyon çalışmaları tamamlanmıştır.

ÇEM Genel Müdürlüğü, belirlenen 16 veri temasından kendi sorumluluğunda bulunan veri temalarının izlenmesi amacıyla çalışmalarına devam etmektedir. Bu kapsamda, 1. Seviye veri temaları olarak belirlenmiş olan Toprak Erozyonu ve Kütle Hareketleri, Sel ve Taşkın, Çölleşme, Arazi Kullanımı, Karbon Değişimi temalarının sisteme dâhil edilme çalışmaları devam etmektedir.

Bu minvalde Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü uhdesinde Toprak Erozyonuna yönelik olarak DEMİS ve UDRAMİSsistemleri geliştirilmiş,kalibrasyon ve doğrulama çalışmaları devam etmektedir. Kütle hareketlerine yönelik olarak AFAD Başkanlığı ile pilot alanlarda ortak çalışmalar yürütülmektedir. Elde edilen sonuçlar en kısa zamanda ülke geneline yaygınlaştırılarak HİDS içerisinde yer alabilecektir. Sel temasına yönelik Karadeniz havzasında bir pilot bölgede "Sel Duyarlılık Modeli" oluşturulmuştur. Pilot havzanın sonuçlarından yola çıkılarak "Taslak Türkiye Sel Duyarlılık Haritası" üretilmiştir. Üretilen harita Türkiye'nin farklı ekosistemlerine de uyarlanma çalışmaları devam etmektedir. Aynı pilot bölge içerisinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün katkıları ile kurulan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) ile Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonları (OMGİ) yardımı ile "Hidrolojik Sel Modeli" oluşturulmuş kalibrasyon ve test çalışmaları devam etmektedir. Taşkın teması için Devlet Su İşleri ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ile görüşmeler devam etmektedir. HİDS Projesi kapsamında "Türkiye Çölleşme Modeli ve Risk Haritası" oluşturulmuş ve sisteme dâhil edilmiştir. Arazi kullanım temasına yönelik olarak TUBİTAK BİLGEM/UZAY ile birlikte 2017 yılı itibari ile fizibilite çalışmaları başlamıştır ve elde edilecek sonuçlara göre ana proje başlatılacaktır. Karbon Yönetimi temasına yönelik olarak TUBTAK BİLGEM ile "Toprak Organik Karbon Projesi" başlatılmış ve çalışmalarına devam edilmektedir.

2. Seviye veri temaları olarak belirlenmiş olan Çığ Kontrolü, Su Yönetimi, Biyolojik Çeşitlilik ve Sürdürülebilir Orman Yönetimi temalarıçalışmalarının başlatılması için de görüşmeleryapılmaktadır.



Kaynaklar

- TÜBİTAK BİLGEM Analiz Uygulama Planı Raporu, 2013, Rev No:1.1.23, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi Mevcut Durum Analizi Ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti, TÜBİTAK BİLGEM, Ankara.
- TÜBİTAK BİLGEM Süreç Analizi ve Paydaş İhtiyaç Analizi Raporu, 2013, Rev No:1.2.22, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi Mevcut Durum Analizi Ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti, TÜBİTAK BİLGEM, Ankara.
- TÜBİTAK BİLGEM Uluslararası Benzer Uygulama Örnekleri Raporu, 2013, Rev No:1.1.16, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi Mevcut Durum Analizi Ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti, TÜBİTAK BİLGEM, Ankara.
- TÜBİTAK BİLGEM Veri Altyapısı İhtiyaç Analizi Raporu, 2013, Rev No:1.1.38, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi Mevcut Durum Analizi Ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti, TÜBİTAK BİLGEM, Ankara.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill International, New York, NY, USA.
- Nefeslioglu, H.A., Sezer, E., Gokceoglu, C., Ayas, Z., (2012) A Modified Analytical Hierarchy Process (M-AHP) Approach for the Decision Support Systems in Natural Hazard Assessments. Computers&Geosciences, Submitted.
- TÜBİTAK BİLGEM Model İhtiyaç Analizi Raporu, 2013, Rev No:1.1.44, Potansiyel Ağaçlandırma Sahaları Veritabanı İle Havza İzleme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi Mevcut Durum Analizi Ve İhtiyaçların Tespiti Teknik Danışmanlık Hizmeti, TÜBİTAK BİLGEM, Ankara.

SEL DUYARLILIK MODELİ

Murat ARSLAN[1], Ahmet DOĞAN[2], Mesut YILMAZ[3], Enis BALTACI [4], Selim ŞAHİN[5], Cafer ORHAN[6]

Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı,
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara,

Özet

Sel ve taşkın olayları depremden sonra en çok mal ve can kaybına yol açan doğal afetlerdir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından geliştirilen Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminde yer alan ana temalarından olan Sel-Taşkın Temasının Taşkın kısmını Devlet Su İşleri ve Su Yönetimi Genel müdürlükleri tarafından, Sel kısmı ise ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından çalışılmaktadır. Bu kapsamda İnebolu Havzasında coğrafi tabanlı Sel Duyarlılık Modeli (SDM) oluşturulmuştur. Yersel ölçümler ve Uydu Görüntüleri ile elde edilen veriler kullanılarak çalıştırılan model yüksek doğrulukta sonuçlar vermiştir.

Fakat SDM'de kullanılan ve arazi çalışması ile elde edilen verilerin Türkiye ölçeğinde temini emek, maliyet ve zaman açısından engel teşkil etmektedir. Bu neden ile üretilmesi veya türetilmesi daha kolay ve ekonomik olan göstergeler belirlenerek ulusal ölçekte sele duyarlı alanların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörlerin yüzde dağılımlarını veren ve uzman görüşüne dayalı Modifiye Analitik Hiyerarşik Proses (M-AHP) yöntemi kullanılarak; "yağış, arazi örtüsü, eğim, bakı, drenaj yoğunluğu, maksimum havza rölyefi, dairesellik oranı ve geçirgenlik" göstergelerinin sele olan etkilerine göre puanlanarak Sel Duyarlılık Haritası üretilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Türkiye yüz ölçümünün %29.7'si düşük riskli, %53,6'sı orta riskli ve %16,7'si yüksek riskli olarak sınıflandırılmıştır. Oluşturulan Duyarlılık haritasının Türkiye ölçeğinde ekolojik ve jeolojik olarak farklılık gösteren havzalarında doğrulama ve kalibrasyon çalışmaları devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sel, Duyarlılık, AHP, Türkiye Sel Risk Haritası,*

FLOOD SENSITIVITY MODEL

Murat ARSLAN[1], Ahmet DOĞAN[2], Mesut YILMAZ[3], Enis BALTACI[4], Selim ŞAHİN[5], Cafer ORHAN[6]

Republic of Turkey Ministry of Forestryand WaterAffairs, General Directorate of Combating Desertification and Erosion, Ankara, 06560

Abstract

Flood events earth natural disasters that cause the most loss of property and life after the earthquake. The Basin Monitoring and Evaluation System Was Developed By The General Directorate of Combating Desertification and Erosion (ÇEM). The Food Section in this system is operated by the General Directorate of State Hydraulic Works and General Directorate of Water Management also overflow section in this system is operated by the General Directorate of ÇEM. In This Context, Geographically based Flood Sensitivity Model (SDM) was created in İnebolu Basin. The model The obtained data can reach high imaging results using the data obtained with the measurement results.

The Data Obtained as a result of fieldwork reused in the Geographically Based Flood Sensitivity Model. But toobtainthis data in the scale of Turkey is difficult in terms of labor, cost and time. For This Reason, it is aimed to determine the indicators which are easier and more economical to produce or derivat izeforflood sensitive areas at the national scale.

Flood Sensitivity Map; was produced according to flood effect of the "rainfall, land cover,slope, exposure, drainage density,maximum basin relief, circularity ratio and permeability " indicators. These Indicators Were Determined Using The Modified Analytical Hierarchical Process (M-AHP) method. In Order To be able to define the decision hierarchy, percentage distributions of the factors affecting decision in this method expert opinions are included. As a result of this study, 29.7% of Turkey's Surface Is Classified as low risk, 53.6% as middle risk and 16.7% as high risk. Validation And Calibration Studies of the basins, which are ecologically and biologically different in Turkey Scale, are continuing at the sensitivity map.

Keywords: *Flood, Sensitivity, APH, Turkey Flood Map,*

1. GİRİŞ

Dünya genelindeki doğal afetler ele alınınca, 31 çeşit doğal afetin 28 tanesi ya meteorolojik olaylarla yakından ilişkili ya da doğrudan meteorolojik olaylar sonucu meydana gelen afetlerden oluşmaktadır (Bryant, 2007). Meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğal afetlerin tümü, meteorolojik afetler veya meteoroloji karakterli doğal afet olarak bilinir, hidrolojik veya hidro-meteorolojik afetler olarak da adlandırılabilir. Kuraklık, çölleşme, su seviye yükselmeleri, heyelan, çığ ve seller, orman yangınları, tarımsal zararlılar, vb. hava şartları ile yakından ilişkisi olan doğal afetlerdir. Yağışlar, şiddetli yerel fırtınalar, tropikal fırtınalar, fırtına kabarması, şiddetli kış şartları, kırağı, don, vb. ise hava şartları tarafından direk olarak oluşturulan afetlerdir. (Kadıoğlu, 2008).

Küresel İklim değişikliğin etkisiyle sayısında büyük artış gözlenen meteorolojik afetler sanayileşme, yanlış seçilen yerleşim bölgeleri, doğanın tahrip edilmesi gibi nedenlerle insan yaşamı üzerindeki etkilerini daha çok arttırmasına neden olmaktadır. Türkiye Afet Bilgi Bankası'ında 1906 – 2016 yılları arasında 12,433 afet kayıt altına alınmıştır. Bu afetlerin %46 (5,665 adet)'i Sel, %25 (3,128 adet)'i Deprem, %15 (1819 adet)'i Çığ ve geri kalan %15 (1821 adet)'i fırtınadır (TABB, 2017).

Doğal bir afet olması, meteorolojik olaylara dayanması, kentsel alanları tehdit etmesi, bir bölgedeki bütün coğrafik ve kültürel oluşumları etkilemesi ve bunlardan etkilenmesi bakımından seller ülkemizde birçok kurum ve kuruluşun çalışma alanlarına girmektedir. Bu kapsamda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde Batı Karadeniz sel havzalarında sel ve kontrolüne yönelik CBS Tabanlı "Sel Modeli" Oluşturulmuştur.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü bünyesinde daha önce tamamlanan Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi içerisinde izlenmesi hedeflenen 16 temadan bir tanesi olan "Sel-Taşkın" temasına yönelik oluşturulan Sel Modelinin 3 modülünden biri olan sel duyarlılık modülünde kullanılan tüm veriler araziden toplanmış ve ilgili uzman kurulu ile değerlendirilerek manuel olarak üretilmiştir. Ulusal ölçekte yapılacak bir modelleme çalışmasında bu verilerin temin edilmesi hem maliyet hem zaman açısından engel teşkil etmektedir.

Bu çalışmada; İnebolu havzası için üretilen sel duyarlılık haritasının Ulusal ölçekte yaygınlaştırılması amacı ile üretilmesi veya türetilmesi kolay ve ekonomik olan gösterge ve kriterler belirlenerek sonuçlarının değerlendirmesi çalışması yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma sürecinde başta sel kavramı olmak üzere doğal afetlerin izlenmesinde, değerlendirilmesinde ve tahmin edilmesinde kullanılan modeller, kara verme sürecinde önemli rol oynayan karar destek sistemleri, bilimsel makaleler, ilgili kurum ve kuruluşların yaptığı çalışmalar, eylem planları, yayınlanmış yada yayınlanmamış yüksek ve yüksek lisans tezleri, afetlerle ilgili veritabanları, konu ile ilgili internet sayfaları vb birçok kaynak taranarak literatür araştırması yapılmıştır. Ülkemizde uzun yıllar boyunca sel ve taşkın afetleri ile mücadele etmiş, konu ile ilgili engin tecrübelere sahip olan araştırma görevlileri, akademisyenler, kamu çalışanları ile ikili görüşmeler yapılmıştır. Ulusal ölçekte sele duyarlı alanların belirlenmesine yardımcı olacak model yaklaşımı ve izlenecek yöntem belirlenmiştir.

1.1. MATERYAL

1.1.1. Kullanılan yazılımlar

Sele duyarlı alanların belirlenmesi çalışmasında;

Topoğrafik özelliklerden bakı, eğim yükseklik gibi bileşenlerin hesaplanmasında ArcGIS10.2 yazılımı kullanılmıştır. Büyük boyuttaki bazı verilerin işlenmesinde daha hızlı işlem yapılabilme yeteneğinde olan Global Mapper yazılımından da ilgili altlık haritaların oluşturulmasında yararlanılmıştır. Kriter ve Göstergelerin puanlamaları için AHPcalc2016 arayüzü kullanılarak yapılmıştır.

1.1.2. Kullanılan veriler

Yapılan Literatür taramaları, uzman görüşleri ve mevcut sel modellerinin ayrıntılı bir şekilde irdelenmesinin ardından Sel duyarlılık haritalarının oluşturulması için gerekli veri altyapısı değerlendirilmiştir. Modele girdi olarak aşağıdaki verileriler bu çalışmada kullanılmıştır

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'ne uhdesinde bulunan Meteoroloji Gözlem istasyonlarına ait 2 saatlik tekerrürlü maksimum yağış değerleri.
- Orman ve Su işleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü arşivlerinden temin edilen ve Orman genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış farklı yıllarda hazırlanmış Orman Meşcere Haritaları.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından üretilmiş 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**).
- Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Jeolojik Araştırmalar bölümü (USGS) tarafında üretilmiş sayısal yükseklik modeli (SYM).
- Orman ve Su işleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü arşivlerinden temin edilen Havza ve Mikrohavza verileri.

- Modelde kullanılan diğer veriler ise yukardaki verilerden veya veriler yardımı ile türetilmiş verileridir.

1.1.3. Kullanılan Karar Destek Sistemi

Literatür taramalarında kullanılan birçok karar destek sitemi bulunmaktadır. Bu çalışmanın 2.2.2. bölümünde yer alan KDS yaklaşımları irdelenmiştir. Sonuç olarak; çözümleme sürecinin her aşamada takip edilebilir olması, önceden hazırlanmış bir veri matrisine ihtiyaç duymaması, uzman görüşüne dayalı olması, esnek olması ve kolay kalibre edilebilir olması gibi sebeplerden ötürü AHP yaklaşımı kullanılarak göstergelerin puanlamaları yapılmıştır.

1.2. METOD

Bu çalışmada literatür taramaları sonucunda seli etkileyen faktörlerin sele olan etkilerini değerlendirmek amacı ile 5 kriter ve bunlara bağlı 8 gösterge belirlenerek (Tablo 1) sele duyarlı alanların tespit edilmesinde kullanılmıştır.

Tablo 1 - Sel Duyarlılık haritasında kullanılan Kriter ve Göstergeler

Kriter	Gösterge
Yağış	-Maksimum Yağış Miktarı
Topoğrafya	-Eğim -Bakı
Havza Özellikleri	-Drenaj Yoğunluğu -Havza Rölyefi -Dairesellik Oranı
Arazi Örtüsü	-Arazi Örtüsü sınıfları
Toprak Özellikleri	-Geçirgenlik

Öncelikler her kritere bağlı göstergenin alt parametreleri sele olan etkisi bakımından değerlendirilmiş, daha sonra göstergelerin kendi aralarında sele olan etkisi değerlendirilerek yazılım aracılığı ile sele duyarlı alanlar matematiksel olarak hesaplanmıştır.

Vektör veri formatında ulusal ölçekte çalışma süper bilgisayar olarak tabir edilen yüksek özellikleri olan donananımlar gerektirdiği için Çalışmada sırasında derlenen tüm veriler 90x90m pixel boyutu olan raster verilere çevrilmiş ve analizler bu raster veriler ile yapılmıştır.

1.2.1. Göstergeler

1.2.1.1. Yağış

Bir havzaya düşen maksimum yağış miktarı havzanın sele duyarlı olup olmaması durumuna etki etmektedir. Yağışın süresi ve şiddeti de sel oluşumunda etkilidir. Ülkemizde yapılan sel kontrolü projelerinde yapılan hesaplamalar genel olarak iki saatlik tekerrürlü maksimum yağışlara göre hesaplamalar yapılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında MGM'neait meteoroloji istasyonlarının uzun yıllar yağış verileri kullanılarak "Inverse Distance Weighting" IDW yöntemi ile iki saatlik maksimum yağışlar Türkiye ölçeğine enterpole edilerek raster veri elde edilmiştir. Sel duyarlılık bakımından maksimum yağış miktarlarının hangi aralıklarda ne kadar etkili olduğu konusunda uzun yıllar sel ve etkileri konusunda çalışmalar yürütmüş uzmanların genel kanılarına göre sınıflandırılmıştır.

1.2.1.2. Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı doğal döngüyü etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bitki örtüsü türü, sayısı, toprağı örtme oranı, geçirgenlik gibi bir çok özelliği bakımından farklılık gösteren sınıflara ayrılmaktadır. Arazi kullanım türleri ve arazi örtüsü; yağış, bakı ve eğim ile birlikte değerlendirildiğinde sel ve taşkın olaylarına etkisinin çok yüksek olduğu bilinmektedir. Bu etki yüzeysel akışı azaltmak sureti ile zeminin infiltrasyon kapasitesini artırma, intersepsiyon ve transpirasyon ile akışa geçen su miktarı azaltma şeklinde görülmektedir.

Orman örtüsü ve toprak yüzeyinde biriken ölü örtü yağışın toprağa düşme süresini ve şiddetini önemli ölçüde azaltarak aşındırma gücünü ve suyun havzayı terk etme süresini önemli derecede düşürmektedir.

Ziraat arazileri yılın belli dönemlerinde tarımsal ürünlerle kaplı olmasına rağmen çok yıllık tarım ürünleri dışında yıllın belli zamanlarında tamamen sel olayına karşı savunmasızdırlar. Yağan yağışın yüzeysel akışa geçmesi diğer arazi örtüsü türlerine oranla çok yüksektir.

Arazi örtüsü temel bileşenlerinin bu özellikleri çalışma kapsamında değerlendirilmiş ve orman amenajman verileri kullanılarak sınıflandırılmıştır.

1.2.1.3. Eğim

Arazi eğimi; erozyon, toprak derinliği, toprağın tekstürü, yüzeysel akış, arazi kullanım biçimi ve bitki örtüsü gibi birçok özelliği etkilediği için araştırılmıştır. Ayrıca arazi eğimi, arazi sınıflandırılmasında da temel veri olarak kullanılmaktadır (Çepel, 1995). Topografik özellikler içerisinde yer alan eğim, su erozyonu bakımından büyük önem taşımaktadır. Havzanın ortalama eğimi ise yüzeysel akış

oluşmasında ve dolayısıyla dere akımına ait hidrografın şekli ve pik akım oluşumunda önemli bir etkendir (Aydın, 2009).

Havza eğimi, akış hızını etkilemekte ve dolayısıyla taşkın üzerinde etkin bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Havza eğimini temsil etmek için ortalama veya harmonik eğim kullanılabilir. Bu çalışmada 90x90 m boyutundaki her pixelin ortalama eğim değerleri hesaplanmıştır.

Arazinin eğim değeri arttıkça yüzeye gelen ve toplanan su akışa geçeceğinden sel karakteri gösterecektir. Eğim şartları ve morfoloji su fazlasına bağlı afet olaylarının türü üzerinde belirleyici olmaktadır. Eğim değerlerinin arttığı dik eğimli sahalarda daha çok sel afeti görülebilmektedir. Bu nedenle ulusal ölçekte yaygın olarak kullanılan eğim sınıfları kullanılmıştır.

1.2.1.4. Bakı

Bakının kurak-yarı kurak ve nemli iklim bölgelerinde etkisi farklılık göstermektedir. Nemli ve yağışlı iklimin hakim olduğu ekosistemlerde; yamaçların güneşlenme süreleri ve radyasyon şiddetleri daha düşük olan kuzey bakılı yamaçlarda infiltrasyon kapasitesi güney yamaçlara göre daha düşüktür. Bu sebeple sızma ile su kaybı azdır ve yüzeysel akışa geçen su miktarı fazladır.

Kurak-yarı kurak iklimin egemen olduğu bölgelerde ise Kuzey ve Doğu bakıları içine alan gölgeli bakılar güneyli bakılara göre daha fazla nemi barındırabilme özelliği ile daha verimli (Boniteti Yüksek) ekosistemler oluştururlar. Diri ve ölü örtü kapasitesi yüksektir. Toprak gelişimleri ve derinlikleri daha yüksektir. Bu özellikleri ile kuzeyli bakıların su tutma özelliği artar ve yüzeysel akışa geçen su miktarı azalır.

Birçok bilim insanının yapmış olduğu iklim sınıflamasına göre ülkemiz genelde kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklim kuşağında yer almaktadır. Yarı kurak ve kurak iklim kuşağındaki alanlar yaklaşık ülke alanının % 65 'ini kapsamaktadır. (Anonim E, 2011)

Bu nedenle ülkemizde bakı sınıflarının sele duyarlı alanların belirlenmesinde gösterdiği etki derecesi hesaplanırken bakının kurak –yarı kurak iklim kuşaklarında gösterdiği özellikler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Sınıflandırma verileri kullanılarak ArcGIS yazılımı ile Bakı haritası oluşturulmuştur.

1.2.1.5. Drenaj Yoğunluğu

Bir su toplama havzası için drenaj ağı, ana suyolunun, su aldığı bütün yan dalların meydana getirdiği akarsu şebekesidir. Akarsu şebekesi su aldığı yan dallara göre derecelendirilmektedir (Usul, 2001).

Drenaj yoğunluğu, birim alana düşen akarsu uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Bayazıt, 1999). Havza içinde su taşıyan tüm doğal kolların toplam uzunluğunun havza alanına bölünmesi ile elde edilmektedir.

Formül: $D_d = \frac{L}{A}$

D_d : Drenaj yoğunluğu

L : Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)

A : Havza alanı (km2)'dır.

Drenaj yoğunluğunun yüksek oluşu, iyi gelişmiş bir drenaj sistemini ve yüzeysel akışın uzun mesafelerde yol almadan drenaj deseni içerisinde drene edildiğini gösterir (Atalay, 1986). Drenaj yoğunluğunun düşük olduğu yerlerde ise düşen yağışın havzayı terk etme süresi artacak ve havzanın su üretme potansiyelini arttıracaktır.

Sert ve erozyona karşı dayanıklı olan granit, kuvarsit, silis ve kum taşı gibi ana kayanın bulunduğu alanlarda düşük drenaj yoğunluğu gelişmekte, kolayca erozyona uğrayan kohezyonu düşük kumlu milli depolar üzerinde seyrek bitki örtüsü altında yüksek drenaj yoğunluğu görülmektedir (Özhan, 2004).

SYM verisi kullanılarak ArcGIS yazılımında drenaj verisi üretilerek km^2'ye düşen drenaj yoğunlukları hesaplanmıştır. Drenaj yoğunluğu doğal kırlım noktaları kullanılarak sınıflandırılmış.

1.2.1.6. Maksimum Havza Rölyefi

Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükseklik farkıdır ve H ile gösterilir (Özhan, 2004).

Maksimum havza rölyefi arttıkça havza yüzeysel sularının havzayı terk etme süresi kısalmakta, derelerde akan suyun hızı yükselmektedir. Bu durumda yüzeysel akış miktarındaki artışa paralel olarak sel tehlikesi de artacaktır.

Schumm maksimum havza rölyefi ile drenaj yoğunluğu, akarsu yatak eğimi, uzunluk oranı ve asılı yük arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur (Schumm, 1956). Morisawa ise, litolojik olarak homojen bir drenaj havzasında akarsu dizinlerinin artmasıyla maksimum havza rölyefinin azalma gösterdiğini ortaya koymuştur (Morisawa, 1962).

Maksimum havza rölyefinin sınıflandırılmasında her havza için en yüksek ve en alçak noktaları tespit edilmiş ve aralarındaki yükseklik farklarının istatiksel dağılımlarındaki doğal kırlım noktaları değerlendirilerek 4 sınıfa ayrılmıştır.

1.2.1.7. Dairesellik Oranı

Dairesellik oranı havzanın şeklinin kendi çevresine eşit bir daireye benzerlik oranı olarak da düşünülmektedir. Havza daireye ne kadar benzerse, havzanın genişlik ve uzunluk değerleri yakınlaşmaktadır. Dairesellik oranı, havzaların şeklini saptamada kullanılmaktadır.

$R_c = \frac{4 \pi A}{p^2}$

Rc : Dairesellik oranı

A : Alan (km2)

P : Havza çevresi (km) olarak ifade edilmektedir.

Havza şekli suların havzayı terk etme süresini, drenaj sistemini ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İnce ve uzun havzalarda suların boşalma süresi daha uzun, sel ve taşkın olma tehlikesi daha azdır.

Homojenlik gösteren küçük havzalarda bu oran, 0.6–0.7 arasında değişmekte ve havza şekilleri arasında büyük bir benzerlik olduğu görülmektedir. Buna karşılık, nispeten heterojen bir jeolojik yapıya sahip havzalarda bu oran daha uzun bir havza şeklini temsil ederek daha düşük (0.4 – 0.5) değerler almaktadır(Hızal, 1984). Bu bilgiler ışığında dairesellik oranı havza şekillerini temsil edecek şekilde sınıflandırılmış.

1.2.1.8. Jeoloji ve Jeomorfoloji

Ana kaya; toprak derinliği, drenaj durumu, su tutma kapasitesi-hava kapasitesi, bitki besin maddeleri çeşitliliği gibi toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri ile sıkı sıkıya bağlantılıdır.

Konumu itibari ile jeolojik açıdan birçok çeşitlilik gösteren ülkemiz aynı zamanda bu çeşitliliğin oluşum zamanları bakımından da farklılık göstermektedir. Ana kayanın genel özelliklerinin yanı sıra oluşum zamanları da oluşturdukları toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki etmektedir.

Bir yüzeyin üzerine düşen yağışı sızdırarak yüzeysel akışa geçen miktarı azaltma kapasitesi en başta ana kaya özelliklerine bağlıdır.

Ana kayaların oluşturdukları toprakların geçirgenlik miktarını sınıflamak amacıyla uzman görüşleri değerlendirilerek; Ana materyal ve oluşum zamanları irdelenmiş ve bu kriterler göz önünde bulundurularak Türkiye Jeoloji Haritası Geçirimli ve Geçirimsiz olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır.

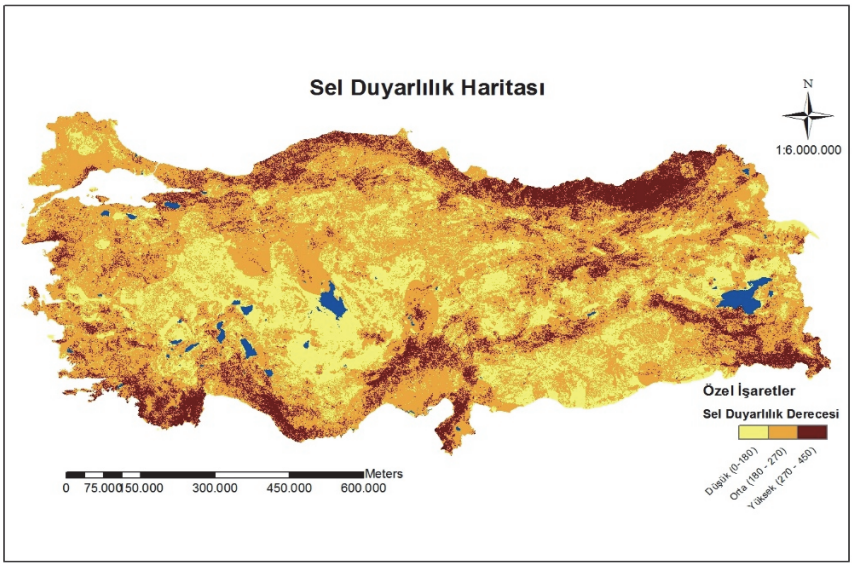
3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir alanın sele duyarlı olup olmadığını ulusal ölçekte belirlemek için kullanılan sekiz gösterge önce kendi içlerinde AHP yöntemi ile puanlanmış daha sonra yine AHP ile birbirleri arasında ki ilişki değerlendirilerek Türkiye Sel Duyarlılık Haritası oluşturulmuştur (Tablo 22). 90*90 metre pixellerden oluşan harita düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 2 - Göstergelerin Sele Duyarlı Alanlara Etki Derecesi

	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Eğim (%)		29,8%	1
2	2s Maks. Yag.		24,1%	2
3	Arazi Örtüsü		17,0%	3
4	Rölyef Oranı		9,2%	4
5	Anakaya		7,4%	5
6	Drenaj Yğunluğu		5,3%	6
7	Dairesellik Oranı		4,0%	7
8	Bakı		3,1%	8
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the	0,0%	
10		question section ("+" in row 66)	0,0%	

Eigenvalue			lambda:	8,192
Consistency Ratio	0,37	GCI: 0,07	CR:	2,0%



Doğruluğunu değerlendirmek amacı ile AFAD tarafından oluşturulan Sel Zararı ve Risk Haritasından bulunan veriler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada il bazında 10 dan fazla sel olayı meydana gelen iller seçilerek Türkiye Sel Duyarlılık haritasında yüksek riskli çıkan alanlar il bazında karşılaştırılmıştır.

AFAD tarafından oluşturulan haritadan elde edilen verilere göre 10 dan fazla sel olayının gerçekleştiği 31 il bulunmaktadır. Sel duyarlılığı il alanının %10'undan fazlası "yüksek duyarlılık" sınıfında olan illerle karşılaştırıldığında 31 ilin 26'sında eşleştiği görülmektedir. Bu da sel duyarlılık haritasının %83,9 oranla örtüştüğünü göstermektedir.

Bunun yanı sıra eşleşmenin olmadığı 5 ilden 3 tanesinin (Edirne, Konya ve Manisa) özel bir durumu bulunmaktadır. Edirne ilinde meydana gelen sellerde etkili olan faktörlerin Meriç nehrinin batı kısmında daha etkili olduğu bilinmektedir. Türkiye sınırları içerisinde yapılan çalışmada Türkiye sınırları içerisindeki faktörlerin çok fazla etkili olmaması nedeniyle bu bölgenin yüksek sel duyarlılığı %10'nun altında kalmıştır. Konya ilinde; ilin yüz ölçümünün büyük bir bölümünün düz bir yapıda olması, sel olayının da çoğunlukla yükseltinin arttığı kısımlarında meydana gelmesi, il alanı – yüksek sel duyarlılığı oranını düşürmektedir. Manisa İlinin ise yukarı kısımlarda jeoloji haritası bulunmamaktadır. Bu sebeple hesaplamalarda "geçirgenlik" göstergesinden sıfır(0) puan alan kısmın sel duyarlılık ağırlığı düşmektedir. Bu üç il değerlendirme dışı bırakıldığında doğruluk oranı %92,86'ya çıkmaktadır.

81 ilin 24 ünde ise geçmişte yaşanmış sel sayısının 10'dan az olmasına rağmen il alanın %10'nundan fazlası yüksek riskte bulunmaktadır. Sel olayının meydana gelmemiş olması bu alanın sel riski taşımadığına ve sel olmayacağı anlamına gelmemektedir. Ayrıca AFAD tarafından yapılan risk haritasında can ve mal kaybı yaşanan kayıt altına alınmış olayları göstermektedir.

Sel duyarlılık haritasının sonuçlarının alansal değerlendirilmesinde Ülkemizin %16,7'sinin Sele karşı yüksek duyarlılıkta olduğu görülmektedir. (Tablo 3).

Tablo 3 - Sel Duyarlılık Sınıflarının Alansal Dağılımı

Sel Duyarlılık Derecesi	Alanı (Ha.)	Tüm Alana Oranı (%)
Düşük	23.125.154,62	29,7
Orta	41.826.837,61	53,6
Yüksek	13.029.741,12	16,7

Sel Duyarlılık haritasının illere göre değerlendirilmesinde de yapılmıştır (Tablo 4). Analizler sonucunda; kuzeyde Rize, güneyde Antalya, doğuda Bitlis, batıda Muğla alansal olarak Sel Duyarlılığı en çok olan illerdir. Aksaray ise Sel riskinin en düşük olduğu ildir.

Bu çalışma sonrası modelin geliştirilmesi konusunda bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar kısaca;

- Oluşturulan duyarlılık haritası arazi çalışması ile farklı bölgelerde kalibre edilmelidir.
- Duyarlılık Haritası sınıf aralıkları kalibrasyon sonrası gözden geçirilmelidir.
- Göstergelerin Sel Duyarlılık modeline entegrasyonu sağlanarak farklı senaryolara göre çalıştırılabilmesi sağlanmalıdır.

Tablo 4 - Sel Duyarlılık Sınıflarının İllere Göre Alansal Dağılımı

İl Adı	Düşük Duyarlılık		Orta Duyarlılık		Yüksek Duyarlılık	
	Alan (Ha.)	İl Alanına Oranı	Alan (Ha.)	İl Alanına Oranı	Alan (Ha.)	İl Alanına Oranı
ADANA	92.117	6,6	909.947	64,8	401.871	28,6
ADIYAMAN	293.619	39,1	345.239	45,9	112.829	15,0
AFYON	926.140	64,8	479.970	33,6	23.771	1,7
AĞRI	335.351	29,9	682.879	60,9	102.597	9,2
AKSARAY	661.442	81,8	143.629	17,8	3.442	0,4
AMASYA	165.887	29,7	329.676	59,0	63.197	11,3
ANKARA	775.789	30,7	1.639.644	64,9	110.898	4,4
ANTALYA	127.827	6,2	833.736	40,5	1.097.968	53,3
ARDAHAN	72.532	13,7	378.015	71,1	80.759	15,2
ARTVİN	6.546	0,9	185.918	25,2	544.527	73,9
AYDIN	99.475	12,4	549.585	68,5	153.835	19,2
BALIKESİR	201.481	13,8	1.046.045	71,9	207.785	14,3
BARTIN	1.288	0,6	97.892	43,0	128.467	56,4
BATMAN	100.825	22,5	280.645	62,6	66.861	14,9
BAYBURT	35.517	9,6	224.657	60,5	111.113	29,9
BİLECİK	151.719	36,3	250.156	59,9	16.041	3,8
BİNGÖL	274.616	32,6	452.495	53,8	114.326	13,6
BİTLİS	354.600	42,7	321.431	38,7	154.293	18,6
BOLU	149.531	17,7	578.865	68,6	115.042	13,6
BURDUR	255.240	36,1	392.546	55,5	59.321	8,4
BURSA	314.834	28,8	655.881	60,0	121.964	11,2
ÇANAKKALE	71.991	7,5	780.024	81,4	106.479	11,1
ÇANKIRI	263.866	36,2	434.613	59,6	30.347	4,2
ÇORUM	537.803	42,2	694.904	54,5	42.052	3,3
DENİZLİ	351.433	30,0	699.248	59,6	122.093	10,4
DİYARBAKIR	739.945	48,2	706.966	46,1	86.849	5,7
DÜZCE	14.473	5,4	154.977	57,9	98.099	36,7
EDİRNE	82.380	13,3	529.689	85,7	6.129	1,0
ELAZIĞ	361.457	38,8	493.138	53,0	76.115	8,2
ERZİNCAN	147.953	12,6	724.735	61,5	305.268	25,9
ERZURUM	517.133	20,8	1.434.135	57,7	535.773	21,5
ESKİŞEHİR	519.180	37,6	822.565	59,6	38.016	2,8
GAZİANTEP	317.115	48,0	320.348	48,4	23.818	3,6
GİRESUN	19.976	2,9	230.555	33,0	448.821	64,2
GÜMÜŞHANE	61.025	9,0	375.541	55,6	238.586	35,3
HAKKARİ	34.351	4,9	280.051	39,7	390.357	55,4
HATAY	15.537	2,8	262.507	47,2	278.610	50,1
IĞDIR	164.196	46,6	167.354	47,5	20.701	5,9
ISPARTA	322.554	35,8	462.613	51,4	115.204	12,8
İÇEL	265.757	16,5	960.126	59,8	379.927	23,7
İSTANBUL	45.802	8,8	417.418	80,1	58.000	11,1
İZMİR	195.064	16,1	838.230	69,1	180.385	14,9
K.MARAŞ	512.841	35,3	705.449	48,5	236.184	16,2
KARABÜK	18.640	4,6	226.763	56,0	159.822	39,4
KARAMAN	396.445	45,3	401.781	45,9	76.570	8,8
KARS	146.012	15,2	658.085	68,6	155.108	16,2
KASTAMONU	91.611	7,0	839.761	64,2	375.744	28,7
KAYSERİ	423.823	25,0	1.055.747	62,3	215.474	12,7
KIRIKKALE	227.374	48,1	241.786	51,2	3.194	0,7
KIRKLARELİ	196.903	30,4	437.901	67,6	12.907	2,0
KIRŞEHİR	374.923	57,2	276.750	42,2	4.143	0,6
KİLİS	10.630	7,5	119.412	84,0	12.172	8,6
KOCAELİ	9.724	2,9	175.082	51,4	155.937	45,8
KONYA	2.631.423	65,4	1.304.072	32,4	91.053	2,3
KÜTAHYA	480.221	41,2	636.609	54,7	47.881	4,1
MALATYA	336.968	28,0	687.250	57,2	177.767	14,8
MANİSA	425.951	32,1	831.885	62,6	70.906	5,3
MARDİN	359.503	40,9	499.367	56,8	20.522	2,3
MUĞLA	55.774	4,4	715.990	56,3	499.835	39,3
MUŞ	512.685	60,5	303.405	35,8	31.947	3,8
NEVŞEHİR	386.268	70,8	159.081	29,1	536	0,1
NİĞDE	242.182	33,1	347.220	47,4	142.507	19,5
ORDU	29.919	5,0	194.921	32,6	373.841	62,4
OSMANİYE	31.998	10,0	212.121	66,2	76.129	23,8
RİZE	1.023	0,3	45.706	12,1	332.551	87,7
SAKARYA	51.924	10,7	314.288	64,7	119.715	24,6
SAMSUN	132.495	13,5	526.715	53,6	322.850	32,9
SİİRT	66.952	11,2	371.502	62,4	156.684	26,3
SİNOP	47.111	8,3	347.832	61,0	175.426	30,8
SİVAS	926.110	33,2	1.689.904	60,6	170.428	6,1
ŞANLIURFA	1.234.203	63,9	695.717	36,0	1.158	0,1
ŞIRNAK	191.093	27,2	338.063	48,0	174.480	24,8
TEKİRDAĞ	50.727	8,0	529.452	83,6	53.462	8,4
TOKAT	295.492	28,7	651.618	63,4	81.199	7,9
TRABZON	1.827	0,4	45.308	9,9	411.840	89,7
TUNCELİ	151.164	19,9	404.471	53,2	205.337	27,0
UŞAK	364.941	67,5	173.526	32,1	2.104	0,4
VAN	690.761	33,1	1.122.337	53,9	270.675	13,0
YALOVA	2.515	3,3	38.643	51,1	34.527	45,6
YOZGAT	567.051	41,2	800.735	58,1	9.312	0,7
ZONGULDAK	2.588	0,8	131.998	40,0	195.274	59,2

4. KAYNAKLAR

Anonim E. (2011). *KURAK VE YARIKURAK ALAN YÖNETİMİ ÇALIŞTAY SONUÇ BİLDİRGESİ.* Ankara: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.

Atalay, İ. (1986). *Uygulamalı Hidrografya.* İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.

Aydın, M. (2009). Gümüşhane-Tortul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemle. *Orman Fakültesi Dergisi*, 54-65.

Bayazıt, M. (1999). Hidroloji. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

Bryant, E. (2007). *Natural Hazards.* Cambridge Universitesi.

Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakultesi.

Hızal, A. (1984). *Havza Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı Calışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması.* İstanbul: İstanbu Üniversitesi.

Kadıoğlu, M. (2008). *Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi "Afet Zararlarını Azaltmanın İlkeleri".* Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2.

Morisawa, M. (1962). *Quantitative.* Geol. Soc. Am. Bull.

Özhan, S. (2004). *Havza Amenajmanı.* İstanbul: İ.Ü. Rektörlük Yayınları.

Schumm, S. (1956). *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy.* New Jersey.

TABB. (2017). Türkiye Afet Bilgi Bankası: https://tabb-analiz.afad.gov.tr/Genel/Raporlar.aspx adresinden alındı

Usul, N. (2001). Engineering Hydrology. Ankara: Department of Civil Engineering, Middle East Technical University.

TÜRKİYE'DE ÇIĞ OLGUSU

Bünyamin Yılmaz
Orman Yüksek Mühendisi
Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü,
Sel ve Çığ Şube Müdürlüğü, Etüt ve Proje Daire Başkanlığı

Özet

Çığlar dağlık arazilerde yerleşim alanlarını, ulaşım yollarını, enerji nakil hatlarını, turistik tesisleri ve insan hayatını tehdit eden önemli afetlerden biridir. Ülkemizde, özellikle Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde ortalama her yıl 24 kişi hayatını çığ afetlerinde kaybetmektedir. Bu çalışmada, çığların tanımlanması ve sınıflandırılması, çığların oluşum faktörleri, ülkemizde yapılan çığ çalışmaları ve tarihi konuları detaylı olarak ele alınarak, çığ konusunda bir farkındalık oluşturmak amaçlanmaktadır.

Abstract

Snow avalanches in mountainous terrain are a significant natural disaster that affect settlements, energy transmission lines, roads, touristic facilities, structures, and threaten human lives. In Turkey, an average of 24 people die in snow avalanches every year, mainly in the eastern part of Anatolia and in the eastern Black Sea region. This study is aiming to create awareness about avalanche phenomenon addressing in detail that avalanches description and classification, causes of avalanches, works and history of avalanches in our country.

1. Giriş

Dünyada kara alanlarının 1/4'ü, yerleşim yerlerinin 1/10'u dağlık alanlardır (Price ve Butt, 2000). Türkiye'nin ise %78'i dağlık alanlardan oluşmakta ve nüfusun %46,9'u bu alanlarda yaşamaktadır (EEA, 2010). Avrupa'nın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 330 m iken Türkiye'de bu değer 1132 m'dir (Bakırcı, 1995). Bu nedenle, ülkemiz dağlık alanlarında doğal afetler büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadır.

Türkiye dağlık alanlarında ve yüksek kesimlerinde karşılaşılan doğal afetlerin en önemlilerinden biri de çığlardır. Uygun eğim açışına sahip bir yamaçta bulunan yeterince miktarda kar kütlesinin hareket etmesi ve yamaçtan aşağı doğru yerdeki malzemeleri de bünyesine katarak ilerlemesi olayına çığ denir. Ülkemizde, her yıl ortalama 24 kişi çığ olaylarından dolayı hayatını kaybetmektir.

Yanlış arazi kullanımı, kentsel planlama ve yapılaşmadaki çarpıklıklar, nüfusun tehlikeli alanlarda giderek daha fazla yoğunlaşması, mevzuat eksikliği veya uygulamanın yetersizliği, toplumsal yoksulluk, sosyal yapı, hazırlıksız toplum ve hazırlıksız kurumlar, kaynakların uygun olmayan biçimde kullanımı, iklim değişikliğinin etkileri, ormanların yok edilmesi, azalan su arzı ve çölleşme gibi çevre tahribatının artmasıyla ortaya çıkan riskler ve dolayısıyla yanlış çevre yönetimi gibi faktörler birbirleri ile ilişkili olup, hep birlikte doğal afetlere karşı toplumsal hassasiyetleri ve zarar görebilirliği artıran bir eğilim oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, çığların tanımlanması ve sınıflandırılması, çığların oluşum faktörleri, ülkemizde yapılan çığ çalışmaları ve tarihi konuları detaylı olarak ele alınarak, çığ konusunda bir farkındalık oluşturmak amaçlanmaktadır.

2. Çığ Tanımlaması ve Sınıflandırılması

Dağlık arazide ve buralarda yer alan havzaların yüksek kesimlerindeki yamaçların üzerinde birikmiş kar örtüsünün çeşitli nedenlerle dengesini yitirip yamaç aşağına doğru harekete geçmesiyle kar çığları denilmektedir (Tavşanoğlu, 1974 ve Görecelioğlu, 1985). Kar çığlarına kısaca çığ denilmektedir. Çığ genelde bitki örtüsü olmayan engebeli, dağlık ve eğimli arazilerde, vadi yamaçlarında tabakalar halinde birikmiş olan kar kitlesinin iç ve dış kuvvetler etkisiyle tabanına doğru hızla akması olarak tanımlanır (Gürer ve Koçyiğit, 1995).Büyük boyutlardaki çığlar saatte 200km hıza ulaşabilir ve vadi boyunca yüzlerce metre akarak, ormanları ve yapıları yok edebilmektedir. Çığlar ülkemizde dağlık bölgelerinde her yıl belirli dönemlerde meydana gelen ve önemli can ve mal kayıplarına yol açan doğal afetlerdendir.

Çığların davranışlarını iyi anlamak için çığların temelleri gözden geçirilmesinin yanında özellikle tanımlanması ve sınıflandırılmasının iyi yapılması gerekmektedir. Çığlar pek çok değişik özelliğe göre sınıflandırılabilir. Kar örtüsünün gevşek veya sıkı olmasına, içerisindeki su miktarına, kar örtüsünün arazide beklemesin, arazinin vadi veya açık arazide olmasına ve kar örtüsünün tabakalamasına göre sınıflandırmalar yapılmaktadır. Kopma türüne göre, kar tabakasından kopma/tabaka çığ ve gevşek çığ olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Tabaka çığ, meteorolojik etmenler altında sıkışmış büyük tek parça kar kütlesinin çevresindeki dokunma noktalarına oranla içerdiği kar taneleri arasında büyük bir yapışkanlık (kohezyon) vardır. Kar tabakası gayet belirgin hatlar boyunca kırılır ve başlangıçta tek parça halinde vadi tabanına akmaya başlar. Bu sırada yamaçtaki kar ile örtülü çok geniş bir alan hareketlenir. Gevşek çığ ise, küçük boyutlu ve tehlikesizdir. Gerçekte, dik yamaçlardaki dengesiz kar örtüsü, parça parça kayarak daha dengeli ve az tehlikeli kar örtüsü oluşumuna katkıda bulunurlar. Eğer zayıf tabaka, yüzeyde veya yüzeye çok yakın ise bu tabakanın düşük kohezyona sahip olması demektir, bu durumda gevşek kar akmalarının meydana gelmesi olağan hale

gelmektedir. Sonuçta yüzeydeki kar, örtünün sürekliliği kesintiye uğrayan bir noktasından itibaren kaymaya başlar. Hareket ettikçe bünyesine daha fazla miktarda kar katar ve üçgen şeklinde genişleyerek akmaya devam eder ve enerjisi bitince durur. Kayma zemine göre, yüzey ve taban tabaka çığları olarak ayrılmaktadır. Yağan kar tabakası içinde gerçekleşen başkalaşım süreciyle önemli ölçüde bağlantılıdır. Eğer yağan kar kuru ve çok soğuksa, yüzey hareketi, yüzeydeki tabakaların zaman zaman göçmesi ya da kayması suretiyle meydana gelir. Havanın daha ılık olduğu koşullarda kar yağışının meydana gelmesi halinde ise, bir ölçüde kohezyona sahip bulunan kar taneleri düştükleri yerde birbirine yapışırlar. Bu durumda, bir kar yağışı sırasında yamaç üzerinde biriken karın kritik bir derinliğe ulaşması sonucunda yüzeydeki kar tabakası kayarak bir tabaka çığına yol açabilir. Bahar mevsiminin başlangıcında ve sonlarında artan sıcaklıkla birlikte kar tabakasında başkalaşımlar artmakta ve özellikle toprağa yakın daha sıcak yüzeylerde kar tabakası bütün olarak tabandan itibaren kaymaktadır ve bunlara taban tabaka çığları denilmektedir. Kar örtüsünün serbest su içeriğine göre çığlar, ıslak ve kuru kar çığlar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma, çığın başladığı üst yamaçlarda geçerlidir. Çığ oluşup, kar kütlesi uzun mesafeler kat edince, sürtünme ısısından ötürü serbest su buharı oluşacak ve bu kar tabakasının içerdiği su miktarını doğal olarak değiştirecektir. Çığ öncesi kardaki suyun ölçülmesi bu tür çığ tehlikesinin önceden tahmininde çok yararlıdır. Kuru kar çığları genellikle düşme, nemli kar çığları zeminde kayma, ıslak çığlar ise düşme ve kayma karışımı şeklinde hareket ederler. İlkbahar çığları veya ıslak çığlar, çok az kohezyona sahip ıslak kar katmanlarından oluşmaktadır. Çığın hareketi; içerdiği su nedeniyle, viskozitesi yüksek bir sıvı gibi olmaktadır. Yoğunluğu 200 kg/.m-3 ile 600 kg/.m-3 arasındadır. Çığ düşme yolunun şekline göre veya hareket şekline göre, yayvan (sınırlanmamış) ve yatak (kanalize) çığ olarak ayrılmaktadır.

Çığların yamaç yukarısından aşağısına kadar hareketini sürdürdüğü alanın tümü çığ yolu olarak adlandırılmaktadır. Bir çığı yolu başlama, akma ve birikme zonu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Başlama zonu, çığların istikrarsız olduğu ve harekete başladığı en yüksek eğime sahip alanlardır. Akma zonu, çığların harekete geçtikleri yamaç üzerindeki oluğa benzer çukurlar içerisinde çığlar maksimum hıza ulaşarak aşağı doğru akar. Çığların izlediği bu akış yoluna çığ akma zonu adı verilmektedir. Birikme zonu, çığların minimum hıza ulaşarak kendiliğinden durdukları yerlere çığ birikme zonu denilmektedir. Genellikle yamaç etekleri ve vadi tabanıdır. Bazen çığın meydana geldiği yamacı yukarısına doğru uzanabildiği de gözlenmektedir.

3. Çığ Oluşum Faktörleri

Çığ oluşum nedenleri genel olarak 3 başlık altında incelenmektedir. Bunlar; kar kütlesi, iklim ve arazi özellikleridir. Bu üçlü etkileşim çığ üçgeni olarak adlandırılmaktadır (Fredson ve Fesler, 1994).

3.1. Arazi özellikleri

Yükselti çığ olaylarının başlaması açısından önemli bir role sahiptir. Kar yağışı, rüzgâr, sıcaklık yükseltiye bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yükselti ile artan rüzgâr hızı ile birlikte rüzgâr yönündeki yamaçlarda daha fazla bir kar birikmesi gözlenmektedir. Yükseklikle beraber düşen sıcaklık sonucu yüksek rakımlı araziler daha fazla kar yağışı almaktadır.

Eğim, yatay düzlem ile yamaç arasındaki açıyı ifade eder ve çığların oluşumunda birincil faktördür. Çığların başlamasında ve hızlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde çığların oluşumu genellikle 28-55 derece eğim sınıfında olduğu bildirilmektedir. 35-45 derece ise çok yüksek çığ olasılığı olan eğim sınıfıdır.

Bakı açısında Kuzey yarım kürede yapılmış çalışmalara göre en fazla yıkıcı etki yapan ve daha sık çığ oluşumu meydana gelen yamaçlar kuzeybatı ve güneydoğu bakıları arasındaki bir yelpazedir.

Arazi Eğriliği çığ olaylarını etkileyen bir diğer arazi faktörüdür. Arazi eğriliği, düşey eğrilik ve yatay eğrilik olmak üzere iki şekilde çığ başlama olaylarında etki göstermektedir. Yapılmış çalışmalar hem yatay hem düşey eğrilikler bakımında içe bükey alanların her zaman çığ olaylarının daha fazla görüldüğü alanlardır.

Vejetasyon (bitki örtüsü) yoğunluğunun çığların meydana gelmesi üzerinde etkili olan diğer bir parametredir. Dik yamaç üzerindeki bir orman kar örtüsünün karakteristiğini etkilediğinden büyük çığların oluşumunu engellemektedir(McClung ve Schaerer, 1993). Anonim (2007) büyük tabaka çığları veya ıslak çığların gelişimine müsait olan yükselti ve bölgelerde eğimi 30°'den daha yüksek olan yamaçlarda ormanların çığlara karşı koruyucu bir fonksiyona sahip olduğunu belirtmektedir. Açık, büyük boşluklu ormanlar kar kütlesini sabitleyemeyecekler ve çığ oluşumunu önleyemeyeceklerdir (Mears, 1992). Ormanlar;

a) Karın rüzgâr ile taşınmasını önleyerek,

b) Ağaç tepelerinin yağan karı tutarak yalnızca %50-90'ının zemine ulaşmasına izin vererek,

c) Aynı zamanda ağaç tepelerinin gelen/giden radyasyonu da kontrol ederek çığlar üzerinde etkili olmaktadır. (McClung ve Schaerer, 1993).

Yağan kar, ağaçların arasında yavaş yavaş öbekler halinde birikerek ve düzensiz bir kar örtüsü oluşturarak suya karışmaktadır. Ayrıca ağaç gövdeleri kar örtüsünün zemine sabitlenmesini destekleyerek çığların meydana gelmesini önleyebilmektedir.

3.2. İklim Özellikleri

Çığ oluşumda etkili olan iklim özellikleri; yağış, rüzgâr ve sıcaklıktır. Bu üç iklim özelliği çığ potansiyelleri bakımından aşağıdaki iklim üçgenini oluşturmaktadır.

Kar yağışı, çığ oluşumunda çok önemli bir faktördür. Mevcut kar örtüsü üzerinde yeni kar yağışı ile kar kütlesinin yoğunluğu artmakta ve kar kütlesine ekstra bir basınç eklemektedir. Bir defa da 20-25 cm'den fazla kar yağması durumunda yeni yağan bu karın sadece kendisi bile kısa süre içinde bir çığı meydana getirebilmektedir.

Yağmur yağışı ise, kar kütlesine ısı kazandırması yanında, su içeriğinin artması sonucu kar kütlesinin yoğunluğu dolayısı ile tabakanın ağırlığını arttırmaktadır. Böylece, tabakalar arasındaki gerilim dengesi bozulmakta ve kar kütleleri bloklar halinde koparak çığ meydana getirmektedir.

Rüzgâr, çığ oluşumunda en önemli faktörlerden biridir. Rüzgârlı bir havada yağan kar ile birlikte rüzgâr yönünde yamaçlara biriken kar miktarı daha fazladır, yaklaşık on kat daha fazladır. Bu da rüzgâr sürüklemesi ile birlikte kar kütlesine fazladan bir yük uygulamakta ve kar kütlesinde ki tabakalar arasında kayma ve kopma gerilimini arttırmaktadır. Çığ olayların %80'i rüzgârlı havada veya rüzgârlı bir havanın hemen sonrasında meydana gelmektedir.

Sıcaklık, kar kütlesi içerisinde başkalaşımlara sebep olmaktadır. Kar iyi bir yalıtkandır ve küçük sıcaklık değişimleri kar kütlesinin büyü boyutlarda etkilemektedir. Hava sıcaklıkları donma noktasının üzerinde olduğu zamanlarda kar kütlesinin üst katmanlarında erime olayları gerçekleşir bu da çığ potansiyelini arttırmaktadır.

3.3. Kar Kütlesi Özellikleri

Çığ oluşumlarında en önemli faktör kış sezonu boyunca kar kütlesinin nasıl bir gelişim ve başkalaşım gösterdiğidir. Bir kar kütlesinin nasıl bir gelişim ve başkalaşım gösterdiğini gözlemlemek için taban katmanı, zayıf katmanlar ve tabakalar önem arz etmektedir. Bir kar kütlesi içerisindeki başkalaşımı ve potansiyel

çığ tehlikesinin gözlemlemek için kar profil çukurları açılarak gözlemler yapılmalıdır, gerekli yerlerde kar sağlamlık ve kararlılık testleri yapılmalıdır.

Taban katmanı, karın toprak yüzeyi ile temas ettiği noktalardır. Genellikle kar bu tabakada yüksek bir değişiklik gösterir. Toprak yüzeyinin daha sıcak olmasından dolayı kar kütlesi içerisinde artan ve azalan sıcaklık eğilimleri gözlenmektedir. Bunlarda taban katmanlarında zayıf bağlara sahip şeker görünümlü zayıf kar katmanları meydana getirirler. Zayıf katman, yumuşak olarak sağlamlaşmış kar veya kar katmanlarının yüzeyde zayıf bir bağ oluşturmasıdır. Bunlar genellikle tabaka çığları için tetikleme noktalarıdır. Tabakalar, eğim yönü şekilde hareket eden sağlamlaşmış kar katmanlarıdır. Sürekli ve yapışkan ünitelerdir.

4. Çığ Çalışmaları ve Tarihi

4.1. Türkiye'de Çığ Tarihi

Doğal afetlerin değerlendirilmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda, duyarlılık, tehlike ve risk kavramlarına özellikle son yıllarda sıklıkla rastlanılmaktadır. Günümüzde, bu kavramların içerildiği haritaların özellikle doğal afetlere yönelik üretilmesinin önemi tartışılmaz bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kavramların içerildiği haritaların üretilmesi ve uygulamaya sokulmasının, önceliği insan yaşamı olan "doğal afet zararlarını azaltma ve korunma" çalışmalarının en önemli unsurları olduğu, dünya çapında kabul gören bir kavram halini almıştır.

Çığ olayı özelinde ele alındığında, İsviçre, Kanada, Norveç gibi gelişmiş ülkelerde bu afet türü sıklıkla yaşanmakta olup, ancak, meydana gelen zarar veya kayıplar, daha az olmaktadır. Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde ise, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerimiz başta olmak üzere, her yıl ortalama 24 vatandaşımız yaşamını yitirmekte, önemli maddi hasar ve kayıplar ortaya çıkmaktadır (Aydın vd., 2014).

Deniz seviyesinden ortalama 1131 m'lik yükseltisi ile Türkiye, dünyadaki en yüksek ülkelerden birisidir. Ortalama yükselti ülke genelinde asimetrik bir dağılım göstermekte olup, jeolojik zaman ölçeğinde gerçekleşen dağ oluşum süreçleri nedeniyle kuzey ve güney kıyılar sıradağlar ile kaplı olup, ülkenin doğu bölümü batı bölümünden daha yüksektir. Artan yükselti beraberinde düşük hava sıcaklığını da getirdiğinden, bu kesimlerde daha yoğun kar yağışı ve buna bağlı çığ olayları ile daha sık karşılaşılmaktadır.

AFAD tarafından derlenen, 1890 ile 2014 arasında veri içeren 71 yılı kapsayan verilere göre bu dönemde Türkiye'de meydana gelen çığ olayı sayısı 1997, bu çığlara bağlı ölü sayısı 1446, yaralı sayısı ise 420'dir. Kayıtlara göre çığ olayı sayısı 1990'lı yıllardan sonra artış göstermekle birlikte bu durumun iklim koşullarının değişmesinden çok 1990'lı yıllardan önceki iletişimin günümüze göre daha sınırlı

olmasından ve 1980'li yıllardan itibaren nüfusun ve insan hareketliliğinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim 1990'lı yıllardan sonra Türkiye'de gözlenen çığ olayı sayısındaki sıçrama dünya genelinde görülmemektedir. Buna karşın, ABD'ndeki kayıtlara göre 1950'li yıllarda çığ kaynaklı ölüm sayısı 5 iken bu değer 2000'li yılların başında 30'a yükselmiştir. Bu değişimin, nüfus ve insan hareketliliği ile kış sporlarına olan ilginin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Türkiye'de gelecekteki durum açısından daha temsil edici olduğu düşünülen- 1990'lı yıllar ve sonrasında yıllık çığ olayı sayısı ortalama 74 olarak kayıtlara geçmiş durumdadır. Diğer yandan, yerleşimlerden uzak alanlarda gerçekleşen ya da can ve mal kaybına neden olmayan pek çok çığ olayının da kayıtlara geçmemiş olması oldukça olasıdır. Yıllar arasında çığların neden olduğu can ve mal kaybı büyük değişkenlik göstermektedir. Türkiye'de 1993 kışında yaşanan Üzengili-Bayburt (59 kişi) ve 2009 kışında yaşanan Zigana-Gümüşhane (11 kişi) çığlarında önemli can kaybı yaşanmıştır. Zigana'da yaşanan çığ olayı ülkemizde kış sporlarına olan ilginin artmasından kaynaklanmakta olup, benzer olayların gelecekte yaşanması olasılığı da her geçen yıl artmaktadır.

AFAD'ın 71 yılı kapsayan verilerine göre çığlar sonucu her yıl oluşan can kaybı ve yaralı sayısı ekstrem yıllar dışında benzer büyüklüktedir. Yıllık ortalama olay sayısı 28, ölü sayısı 20 kişi, yaralı sayısı 6 kişi'dir.

Türkiye genelinde 81 ilin 45'inde toplam 605 yerleşim biriminde, 731 çığ olayı meydana gelmiştir. Çığ olayları yüzünden, 1958 - 2008 yılları arasında 4384 adet afetzede için nakil öngörülmüştür. Bitlis ili en fazla çığ olayı (203) gözlenen il durumundadır. Sırasıyla; Bingöl (178), Tunceli (117), Malatya (54) ve Erzincan (51) olay ile Bitlis'in ardından çığ olaylarının en çok karşılaşıldığı illerdir. Çığ olaylarının sıklıkla görüldüğü Bitlis'te etkilenen afetzede sayısı da 1190 ile en yüksektir. Çığ hasarları ve yıkımları acısından Bitlis'ten sonra sırasıyla, Bingöl (871), Hakkâri (532), Tunceli (488) ve Şırnak (426) gelmektedir. İlçeler incelendiğinde ise; toplam 152 ilçenin sınırları dâhilinde çığ meydana gelmiştir. Bitlis – Mutki (66), Bingöl – Merkez (61), Bitlis –Merkez (53), Bitlis – Hizan (41) ve Malatya – Doğanşehir (37) en fazla çığ olayı gözlenen ilçelerdir. Bitlis – Merkez (506), Hakkâri – Merkez (352), Bitlis – Mutki (332), Bingöl – Merkez (323) ve Bayburt – Merkez (228) ilçeleri etkilenen afetzede sayısına göre çığlardan sırasıyla en fazla etkilenen ilçelerdir. Çığ olaylarının Doğu Anadolu'nun, Kuzeydoğu Karadeniz'in yüksek kesimlerinde ve belirgin bir şekilde Güneydoğu Anadolu Yitim Kuşağı boyunca, rakım olarak yüksek ve bitkisel yoğunluğun az olduğu alanlarda yoğunlaştığı gözlenmektedir.

4.2. Türkiye'de Çığ Çalışmaları

Türkiye'de çığlara karşı yapılar, genellikle önce demiryollarında, daha sonraları da karayollarında yapılmış az sayıdaki çığ tünelleri ile sınırlı kalmıştır. Oysa ilk kez 1940 yılında Orman Fakültesi lisans programında yer alan ve başlangıcından bu yana geliştirilerek devam eden "Sel Yataklarının Tahkimi" dersi sayesinde Orman Mühendisleri, Alp memleketlerinin çığlarla savaşım konusundaki deneyim birikimleri ve uygulamaları hakkında temel bilgileri de öğrenerek yetişme fırsatı bulmuşlardır. Buna karşın uygulamada bu konuya orman camiası tarafından el atılmamıştır. Ancak, kapatılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğünün 1999 yılında yayınladığı 14 numaralı tamimde çığ kontrolüne yer verilmekte ve belli başlı kontrol yapıları hakkında kısa bilgiler aktarılmaktadır.

Daha önce yabancılar tarafından ülkede yapılan kar inceleme ve ön etütlerinde varlığı vurgulanan (Krasser, 1966 ve Gürel, 1982) kar kütlesinin mukavemetinin belirlenmesine yönelik ölçümler yapılmıştır. Özellikle 1990'lı yıllardaki çığ olaylarının hem sayıca artması hem de büyük can ve mal kaybına sebep olması nedeniyle, Türkiye'nin çığ probleminin çözümüne yönelik olarak başlatılan bir uluslararası proje kapsamında Doğu Karadeniz bölgesinin Soğanlı dağlarında seçilen pilot bölge alanında beş alanda (Uzungöl, Karaçam, Helva, Göloba, Sivrikaya) çığ kontrol projelerine başlanmıştır. 2009 yılında başlanan çığ kontrol faaliyetleri çerçevesince, Uzungöl yöresi çığ önleme ve erozyon kontrolü projesi kapsamında 2012 yılı sonu itibarı ile toplam 515 Ha alanda çığ kontrol çalışması yapılmıştır.

Kapatılan Afet İşleri Genel Müdürlüğü çığ grubu kendi imkânları ile uzun yıllar çığ konusunda eğitim, araştırma ve arazi inceleme faaliyetlerine devam etmiştir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü kapandıktan sonra bu çığ grubu da dağıtılmıştır. 2012 de Çoruh Havzası iyileştirme projesiyle OGM, 2013 yılındaTrabzon-Uzungöl, Rize-Ayder, Rize-Çamlıhemşin Yukarı Kavron, Erzurum-Bingöl Karayolu 81. Km. çığ kontrol projeleri ile Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) çığ çalışmalarını genişletmiştir. Şuanda, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM). Son 10 yıl içerisinde Orman Genel Müdürlüğü ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ortaklaşa olarak 22 çığ kontrol projesi hayata geçirmişlerdir.

5. Sonuç ve Öneriler

Çığlar, tüm dağlık ülkelerde olduğu gibi yurdumuzun dağlık bölgelerinde de hemen her yıl meydana gelen, can ve mal kayıplarının yanı sıra, yolların kapanmasına, turizm ve kış aktivitelerine, enerji ve iletişim hatlarının ve doğal ekosistemlerin zarar görmesine yol açan doğal afetlerdendir.

Türkiye, arazisinin %78 dağlık alanlarla kaplı hızla gelişen bir ülkedir. Ulaştırma bakanlığının verilerine göre; son 10 yılda 15.700 km yeni çift yönlü karayolu inşa edilmiş ve 15.000 km karayolu yapım projesinin 2023 yılına kadar hayata geçirilmesi planlanmıştır. Ayrıca, son 10 yıl içerisinde artan kış sporu aktiviteleri sebebiyle de çığ doğal tehlikesinin önemi artmaktadır.

Çığ zararlarına karşı koruma önlemlerinin alınabilmesi için çığ tehlikesi olan alanların saptanması gerekmektedir. Çığ oluşmasına neden olabilecek doğal şartlara sahip olan alanlar ve güzergâhlar veya daha önce çığ olayının meydana geldiği alanlar olası çığ tehlikesi altındaki alanlar olarak saptanmalıdır. Ülke genelinde çığ gösterim ve tehlike haritaları yapılmalı ve çığ veri bankası oluşturulmalıdır. Yerleşim, turizm alanları ve yol ağları planlamasında bu haritalardan yararlanılmalıdır.

İleri teknoloji ve bilgi birikimi kullanılarak çalışma yapabilecek çığ enstitülüleri kurulmalıdır. Bu enstitülerde çok disiplinli teşkilatlar şeklinde; orman mühendisleri, CBS uzmanları, İnşaat mühendisleri ve coğrafyacıları içermelidir.

Çığ konusunda mevzuat gözden geçirilmeli, kurumların görev ve sorumlulukları net bir şekilde ortaya konulmalıdır.

Çığ çalışmalarında önemli bir girdi parametresi olan meteorolojik verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi için yüksek dağlık alanlarda meteorolojik gözlem istasyonlar ve uzaktan kar ölçüm ağları kurulmalıdır.

Çığ konularında kamunun ve özel sektörün kurumsal kapasitesinin arttırılmasına yönelik eğitim ve faaliyetlerin yaygınlaştırılması ve yerel halk çığ doğal tehlikesi hakkında bilgilendirilerek farkındalık yaratılmalıdır.

Çığ doğal tehlikesinin kontrol altına alınması ve önlemesi açısından ormancılık kurum ve kuruluşlarına büyük bir iş düşmektedir. Ormancılık çalışmalarında çığa sebep olacak uygulamalardan kaçınılmalıdır. Mevcut bitki örtüsü korunmalı ve gerekli alanlarda aktif ve pasif kontrol önlemleri alındıktan sonra ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Ağaçlandırma yapılacak alanlarda topografik özelliklere ve olumsuz ekolojik özelliklere dayanıklı ağaç türleri seçilmelidir. Tam alan küçük grup, küme ve münferit dikimlere yer verilmedir. Işıklandırma kesimleri ve tamamlama dikimleri mutlaka yapılmalıdır.

6. Kaynaklar

Aydın, A.,Bühler, Y., Cristen, M., Gürer, İ., 2014. Avalanche situation in Turkey and backcalculation of selected events. Natural Hazards and Earth System Sciences, 14, 1145-1154.

Bakırcı, M. (1995). Avrupa Birliği'ne (AB) uyum Sürecinde Türkiye ve Avrupa'da dağlık Sahaların kullanımına yönelik perspektifler (Avrupa dağlık bölgeler şartının esasları) *Eastern Geographical Review*, 13, 291-310.

EEA (European Environment Agency). (2010). Europe's ecological backbone: Recognizing the true value of our mountains, *EEA Report*, 6/2010, Copenhagen, 36.

Fredston, J. Fesler, D., (1994), Snow Sense: A Guide to Evaluating Snow Avalanche Hazard. Alaska Mountain Safety Center, 116.

Gurer, I.,and Kocyigit, O., 1995: Paravalanche Structures, Proceedings of First Symposium on System Engineeringand Defence Applications, Military Academy,12- 13 October 1995, 335-350, Ankara. (Original in Turkish)

McClung, D. and Schaerer, P. (1993). The Avalanche Handbook. The Mountaineers, Seattle, WA, 271 pp.

Mears, A.I. (1992). Snow Avalanche Hazard Analysis for Land-Use Planning and Engineering, Bulletin 49. Colorado Geological Survey, Geological Survey, Dept. of Natural Resources, Denver, Colorado, 54 pp.

Price, M. andButt, M. (2000). Forests in sustainable mountain development. U. M. Huber,H. K. M. Bugmann, and M. A. Reasoner (Eds.), *Global change and mountain regions*, IUFRO Research Series, pp. 521-529.

TOPRAK KORUMA FONKSİYONLU ORMANLARIN AYRILMA KRİTERLERİ VE AMAÇ KURULUŞLARININ BELİRLENMESİNİN ESASLARI

Kâmil ŞENGÖNÜL*, Abbas ŞAHİN**
*İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi) Bahçeköy - İstanbul
sengonul@stanbul.edu.tr
**Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü – Maslak - İstanbul
abbassahin@ogm.gov.tr; abbassahin@yahoo.com

Özet

Türkiye'deki orman alanları doğal, bilimsel, estetik, biyolojik, ekolojik, jeolojik, tarihî, kültürel ve ender bulunma özelliklerinden dolayı değerli bulunduğu için, ekolojik şartlarındaki olumsuzluklardan dolayı da (taşlık, kayalık alanlar, çok sarp, dik eğimli yerler, alpin zona yakın orman alanları vb.) korunması gereken orman alanlarından olduğu için tüm bu orman alanları, koruma ve koruyucu özellikleri dikkate alınarak ekolojik fonksiyonlu ormanlar olarak planlanmaktadır. Belirtilen niteliklere sahip orman alanları varoluşlarıyla birlikte çok çeşitli fonksiyonlarını yerine getirmektedir. Bu fonksiyonların sürekliliğini sağlamak için orman kaynaklarının mutlak koruma, kısmi yararlanarak koruma ya da belirli orman amenajman metodlarına göre yönetilmesi ve işletilmesi amaçlanmaktadır. Ekolojik fonksiyonlu orman alanlarının bir bölümü insanı, yerleşim alanlarını, tesisleri ve toprağı belli tehlikelere karşı koruması özelliklerinden dolayı, dünyada koruyucu fonksiyonlu ormanlar olarak da isimlendirilmektedir.

Yetişme ortamındaki olumsuzluklar nedeniyle;rüzgâr, su ve yerçekiminin taşıyıcı gücü tarafından tehlike altına sokulan ve aynı zamanda toprağın ve bitki örtüsünün korunmasına yönelik işlemleri gerektiren ve koruyucu niteliği ile ön planda olan orman alanları bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Rüzgâr ve su erozyonu tehlikesi altında olan orman alanları, ormanlaştırılması çok büyük emek ve kaynak gerektiren sığ topraklı, kayalık ve sarp yerlerdeki orman alanları ile toprak kayması (heyelan), sel ve taşkın, çığ, kaya yuvarlanması tehlikesi altında olan orman alanlarının ayrılma kriterleri ve amaç kuruluşları bu çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Materyal olarak geçmiş dönemlerde yapılmış olan bilimsel çalışmalardan elde edilen bulguların sonuçları kullanılmıştır. Koruyucu fonksiyonlu orman alanlarının ayrımında ve amaç kuruluşlarının saptanmasında bu çalışmada elde edilen bulgular ve tartışma sonuçlarından yararlanılarak orman ekosistem planlama çalışmaları için çeşitli önerilersunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *orman amenajmanı, havza, orman fonksiyonları, optimal kuruluş, koruyucu orman*

Abstract

This paper is focused on making a criteria table for delineation of Soil conservation function in Ecological based forest management planning. Approaching by USLE equation developed by Wischmeier(1978),some parameters such as soil cover, climate region,, slope percentage, slope length, actual erosion level and soil erodibility were turned into numerical values . These values are ranked in the effecting degree on soil conservation or soil lose capability.

Keywords: *forest management plans, basin, forest functions, conservation forest,*

1. Giriş

Devlet ormanları, hükmi şahsiyete haiz amme müesseselerine ait ormanlar ve hususi ormanlar, özel ağaçlandırma yoluyla kurulmuş ormanların envanterlerinin yapılması ve amenajman planlarının düzenlenmesi Orman Amenajman Yönetmeliği'ne (2008) göre gerçekleştirilmektedir. Devlet ormanlarının işletme amaçları iseUlusal Ormancılık Programı çerçevesinde uluslararası süreçlerle uyumlu olarak ormanların ekonomik, ekolojik, sosyal ve kültürel fonksiyonları dikkate alınarak, Yönetmeliğin 11. Maddesine görekatılımcılık ve ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımı ile belirlenmektedir. Düzenlenecek olan orman amenajman planları, Ormancılık Ana Planı, imzalanan uluslararası sözleşmelerde belirlenen gösterge ve ölçütler, beş yıllık kalkınma planları, stratejik bölgesel planlar, ulusal ormancılık programı, çevre düzeni planı ve havza veya işletme bazında geliştirilecek planlar ile uyumlu olmalıdır.

Orman Amenajman Yönetmeliği'nin (2008) uygulama esaslarını düzenleyen 299 Sayılı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" adlı tebliğe göre orman fonksiyonlarının belirlenmesinde yararlanılacak kriter ve göstergelerin nasıl belirlenip ve değerlendirileceği açıklanmıştır. Orman alanlarını değişik fonksiyonlara tahsis ederken, fonksiyonel alan ayrımında kullanılabilecek kriter ve göstergeler beş başlık altında değerlendirilmiştir. Bunlar;

1- Kanuni ölçüt ve göstergeler,
2- Teknik - bilimsel ölçüt ve göstergeler,
3- Sosyo-Ekonomik ölçüt ve göstergeler,
4- Katılımcı kurum ve kuruluşların görüşleri,
5- Ormanın mevcut durumu ve fiili kullanımı

Orman Amenajmanı pratiğinde fonksiyonel alanların belirlenmesinde kanunlarla belirlenmiş olan statülü alanlar, katılımcı kurum ve kuruluşların görüşleri ile ormancının mevcut durumu ve fiili kullanımı genel anlamda yer bulmakta ve planlayıcılar tarafından yoğun olarak kulanılmaktadır.

Örneğin toprak koruma ve su koruma fonksiyonu görecek alanlar belirlenirken sadece teknik kriter ve göstergeler yeterlidir. Doğayı koruma fonksiyonuna ayrılacak bir orman alanı için ise, bazen teknik ve bilimsel kriterlerin her ikisini birlikte, bazen de sadece yasal kriterleri dikkate almak gerekmektedir.

Yetişme ortamındaki olumsuzluklar nedeniyle; rüzgâr, su ve yerçekiminin taşıyıcı gücü tarafından tehlike altına sokulan ve aynı zamanda toprağın ve bitki örtüsünün korunmasına yönelik işlemleri gerektiren ve koruyucu niteliği ile ön planda olan orman alanları bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Rüzgâr ve su erozyonu tehlikesi altında olan orman alanları, ormanlaştırılması çok büyük emek ve kaynak gerektiren sığ topraklı, kayalık ve sarp yerlerdeki orman alanları ile toprak kayması (heyelan), sel ve taşkın, çığ, kaya yuvarlanması tehlikesi altında olan orman alanlarının ayrılma kriterleri ve amaç kuruluşları bu çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Toprak erozyonu; arazi yüzeyindeki toprakların su, rüzgar ve buzul gibi dış etkenler tarafından aşındırılıp, taşınması olayıdır. Erozyonu önleme (toprak koruma) fonksiyonu gören orman, bizzat üzerinde bulunduğu yetişme ortamı ile etrafındaki alanları su ve rüzgar erozyonundan, toprak kaymalarından taş ve kaya yuvarlanmalarından koruyan, bu alanlardaki ölü örtünün, humusun ve toprağın taşınıp kaybolmasını önleyen ormandır. Orman Amenajmanı pratiği açısından bu fonksiyona ayrılacak alanlar belirlenirken 299 Sayılı Tebliğin ilgili maddeleri dikkate alınarak karar verilmektedir.

Bu çalışmanın konusunu, ***kendisinden koruma fonksiyonu beklenen ormanlar*** olarak tanımlanan ve aşağıdaki göstergeler bölümünde ayrıntılı olarak isimlendirilen alanlar oluşturmaktadır.

Toprak koruma fonksiyonu için bazı kriter ve göstergeler Doğan ve Güçer 1976; Balcı 1996; Özhan 2004'den yararlanarak oluşturulmuştur.

- **Kriterler**
  - Eğim (< % 12: Yok; %13-20: Az; %29- 58: Orta; > %59: Şiddetli)
  - Yamaç uzunluğu (< 80 m: Az; 81-210 m: orta; > 211m: Siddetli)
  - Toprak tekstürü (Kil: Az; Balçık: Orta; Kum: Şiddetli)
  - Görsel (Çizgi; Oluk; Oyuntu)

- **Göstergeler**

  - Sürekli rüzgarın taşıdığı kumlu topraklar,
  - Kil bakımından zayıf sığ topraklar,
  - Heyelan alanları,
  - Sel taşkın alanları,
  - Sahil ve iç kumul etrafındaki ormanlar,
  - Taş ve kaya yuvarlanması olan alanlar,
  - Yerleşim yerlerini ya da tarım alanlarını tehdit edecek şekilde taşkın ve sel felaketine yol açabilecek havzalardaki ormanlar,
  - Yüksek eğimli, bünyesinde yerinden kopacak, yuvarlanacak gevşek şekilde taş ve kaya barındıran, yuvarlanacak bu taş ve kayaların yol, yerleşim yeri gibi alanları tehdit ettiği yamaçlar,

toprak koruma fonksiyonuna ayrılacak olan alanların belirlenmesinde dikkate alınmaktadır.

Bir alandan erozyon ile taşınan toprak miktarını tahmin için önemli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan ilki ve yaygın kullanım alanı bulmuş olan Üniversal toprak kaybı denklemidir (Wischmeier 1976; Wischmeier ve Smith (1978; Balcı 1996; Doğan-Güçer 1976; Özhan ve Ark. 2005; Hızal, 1984) Günümüzde toprak işlemeli tarım arazileri için geliştirilmiş olan (USLE) baz alınarak MUSLE, RUSLE gibi kısmen revize edilmiş denklemler kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan modelleme çalışmalarında da ülkelerin iklim, toprak, topoğrafya koşulları dikkate alınarak EPIC,PI,CREAMS, SOILOSS, PERFECT, WEPP, RUSLE, SWRRB, AGNPS, ANSWERS, EUROSEM gibi modeller geliştirilmiştir (Çetin ve Ark. 2010; Rosewell, 1993). Toprak muhafaza açısından arazi planlamalarının rasyonel biçimde yapılabilmesi için birim alandan oluşacak toprak kayıplarının bilinmesin gerektiği açıktır (Doğan ve Küçükçakar, 1994). Bu nedenle, araştırmalar Universal toprak kaybı denkleminden hareket ederek, bu denklemdeki faktörleri bulmaya yönelik olmuştur.

$$A = R. K. L. S. C. P$$

şeklinde faktörleri (etkenleri) değerlendirmektedir. Burada;

A = Toprak kaybı miktarı (ton/ha/yıl),
R = Yıllık ortalama yağış erozyon indisi,
K = Toprağın erozyona duyarlılık faktörü (22.1 metre uzunlukta ve % 9 eğimli devamlı nadas yapılan bir araziden birim erozyon indeksine karşılık erozyon oranıdır),

L = Eğim uzunluğu faktörü (Herhangi uzunluktaki bir araziden oluşan toprak kaybının, aynı toprak tipi ve eğimde 22.1 m uzunluktaki araziden oluşan toprak kaybına oranıdır.

S = Eğim derecesi faktörü (Herhangi bir eğim dikliğine sahip bir araziden oluşan toprak kaybının, % 9 eğim dikliği ve aynı toprak tipi ile eğim uzunluğuna sahip bir araziden oluşan toprak kaybına oranıdır.

C = Bitki yönetim faktörü (Belirli bir ürün yetiştirme ve amenajmana sahip bir araziden oluşan toprak kaybının K faktörünün değerlendirildiği nadas koşullarındaki araziden oluşan toprak kaybına oranıdır.

P = Toprak koruma önlemleri faktörü (Düzeç eğrilerine paralel tarım, şerit ekimi veya teraslama yapılan bir araziden oluşan toprak kaybının değerlendirilmesidir.

Yukarıda açıklananların ışığında, orman amenajmanı çalışmalarında, Toprak muhafaza fonksiyonu ayırımı yapılır iken daha etkin bir gözlem ve buna dayalı sayısal veriler kullanılarak bir ayırım yapılabilir mi tartışması gündem de olduğu için bu yönde bir değerlendirme çalışmasına yönelinmiştir. Bu çalışmada, birim alandan meydana gelebilecek toprak kaybının tahmini yerine, toprak koruma fonksiyonu verilecek bir alanın, pratik şekilde nasıl tanımlanabileceği tartışılmıştır. Bu nedenle, toprak taşınması olayında etkin olan faktörler, bu konuda yapılmış bilimsel çalışmalara dayalı olarak derecelendirilmiş, arazi gözlemlerine sayısal değerler verilmiş ve bu değerlerin etkinlikleri göz önüne alınarak sayısal arazi kriteri veya uzman veri değerlendirme tablosu çıkarılmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Materyal olarak geçmiş dönemlerde yapılmış olan bilimsel çalışmalardan elde edilen bulguların sonuçları ile havza ve orman amenajman disiplinlerinin uygulamadaki bilgi ve birikimlerinden yararlanarak, toprak koruma fonksiyonlu alanların belirlenmesinde kullanılacak rehber niteliğinde bir tablo oluşturulmuştur. Koruyucu fonksiyonlu orman alanlarının ayrımında ve amaç kuruluşlarının saptanmasında bu çalışmada hazırlanan tablo ve kullanılan denklemden yararlanarak çeşitli örnekler verilmiş ve orman ekosistem planlama çalışmaları için öneriler sunulmuştur.

3. Bulgular

Bu değerlendirme çalışmasında, arazi koşullarında çalışacak olan doğa bilimci ve orman mühendisinin yararlanması için toprağın korunmasında etkili faktörlerin ne ölçüde ve nasıl etkili oldukları özetlenip bir tablo oluşturularak, bu tabloya göre amenajman metodu ve meşcere amaç kuruluşlarının nasıl belirleneceğigöstermek amaçlanmıştır. Yağış miktarı ve şekli, bitki örtüsü ve formasyonu,toprak özellikleri ve oluşumunda etkili olan anamateryaller ile

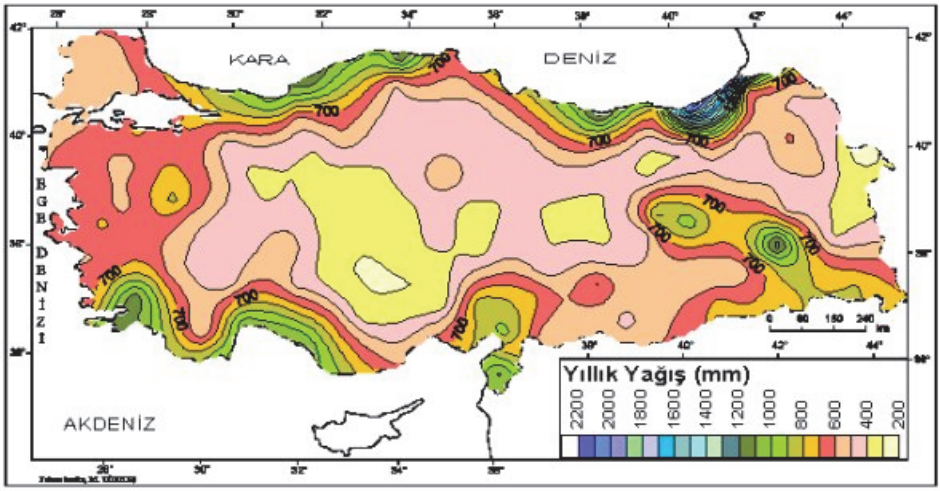
topografik özellikler toprak taşınmasına ve aşınımına etki eden faktörlerdir. Bu faktörler ayrıntılı bir şekilde değişkenleriyle birlikte açıklanmıştır.

3.1. Yağış ve Yağışın Analizi

a) Yıllık toplam yağış miktarı: Toprağın taşınmasını harekete geçirecek olan yağış sularının bölgedeki yıllık miktarı bir gösterge olarak ele alındığında, bir bölgenin çok nemli, nemli, yarı nemli, kurak veyarı kurak bölge olması toprak koruma fonksiyonu ayırımında oldukça kaba bir gösterge olduğu düşünülebilir ise de ancak gözden kaçırılmaması gereken bir etken olduğu açıktır.

b) Günlük maksimum yağış miktarı: Toprak aşınımındaki tehlikenin öneminin bir derece daha ileride dikkate alınması için önemli bir ölçüttür.

c) Yağış rejimi: Toprak koruma konusunda genel bir bilgi vermektedir.



Şekil 1. Yıllık yağış miktarları

3.2. Bitki Örtüsünün Genel İşlevleri

Bir alanda doğal olarak yetişen, büyüyen ve gelişen orman, bozkır, çayır ve maki gibi birçok bitki örtüsü yeryüzünde bulunmaktadır. Bu bitki örtüleri herhangi bir bölgede hâkim olan iklim koşullarına uygun olarak yetişir ve o çevrenin ekolojik ve sosyoekonomik yapısı dahil birçok alana etkisi olmaktadır. Bu etkiler içerisinde doğrudan toprağın korunması ve gelişimine yönelik işlevleri aşağıda verilmiştir. Bunlar;

1. Toprağın yüzeyini örterek yağmur damlasının dağıtıcı ve toprağı çözücü etikisini önler,
2. Toprak yüzeyinde bir ölü örtü oluşturur ve suyun daha fazla kısmının toprağa girmesini sağlar,
3. Toprak yüzeyini ve toprağı daha poröz bir yapıda geliştirir,

4. Yüzeysel akışın önünde bir engel teşkil eder,
5. Topraktaki suyu kullanır ve yeni bir su alım potansiyeli oluşturur.

Şekil 2.Çeşitli bitki örtüsü formasyonları

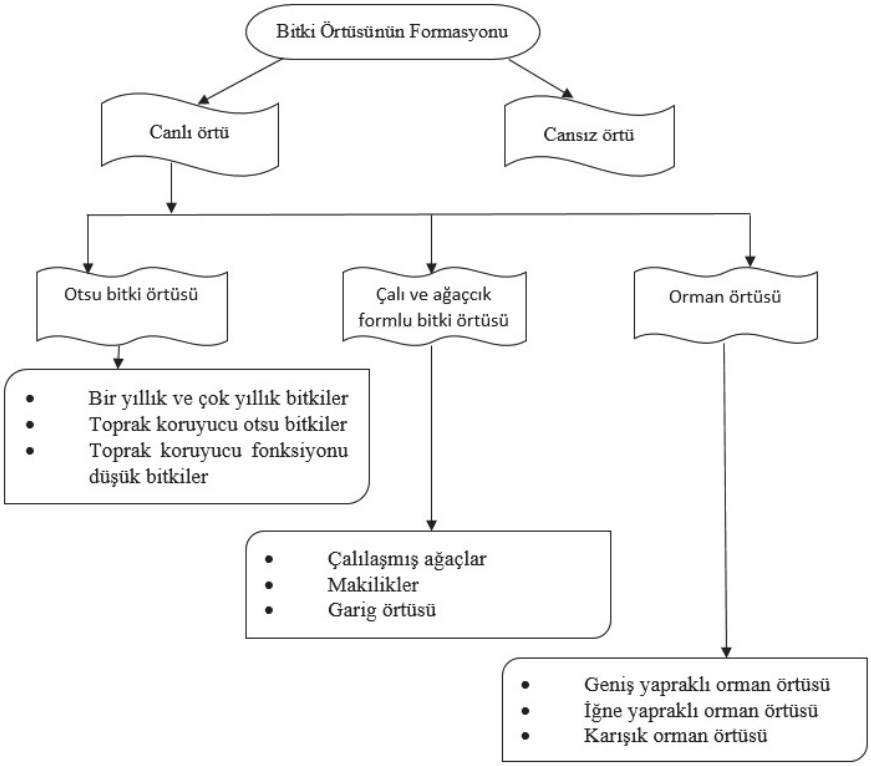


Tam kapalılık yaratmış bir orman örtüsü

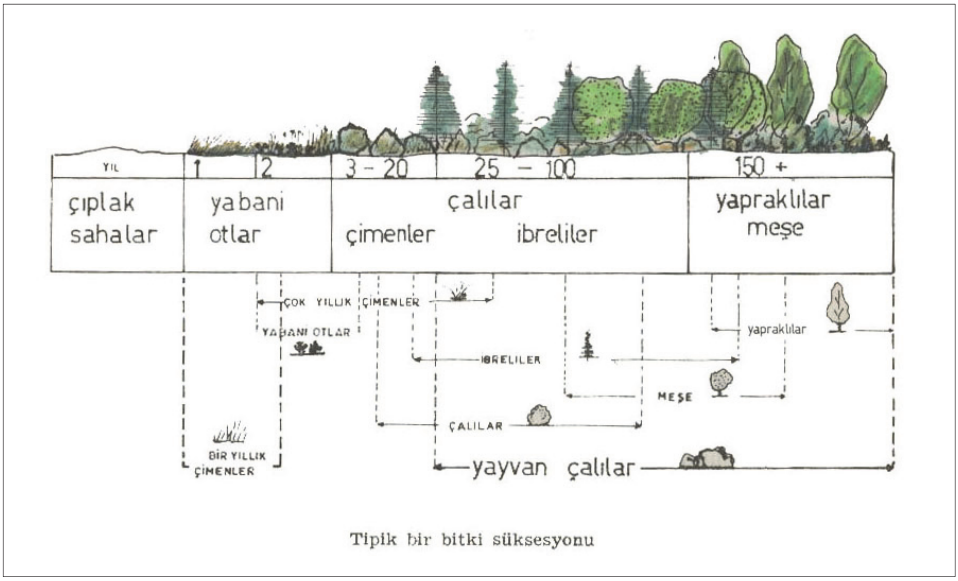


İki tabakalı ve yüzeyin yoğun kaplandığı bitki örtüsü

3.2.1. Bitki Örtüsünün Formasyonu



Şekil 3. Bitki örtüsü formasyonu



Şekil 4. Sahada mevcut örtünün bozulmuşluk derecesi

3.2.2. Bitki Örtüsünün Toprak Örtüsü Oluşturma Özellikleri

- Birim alandaki birey sayısı,
- Yaşı ve sağlık durumu,
- Tabakalılığı vb.,
- Mevcut örtünün taşıdığı riskler (yangın riski, zararlılar, hastalıklar, çevre faktörlerinin bozulması vb.).

3.3. Toprak ve Toprak Özellikleri

- Toprak yüzeyi sıkışma durumu,
- Toprak örtüsü (canlı - cansız),
- Toprağın özellikleri,
- Tekstürü,
- Verimliliği ve organik madde miktarı,
- Toprak rengi vb.

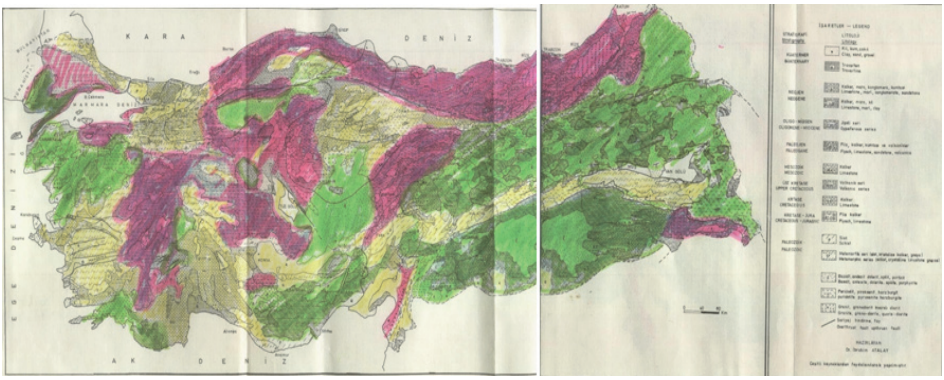
gösterge olabilecek özelliklerdir.

Toprakların ağregatlarının dağılması ve taşınması, toprakların erozyon eğilimleri ve toprağın oluştuğu anamateryaller (kayaçlar) toprakların erozyona duyarlılığının parametrelerini oluşturmaktadır. Toprağın oluştuğu anamateryaller, erozyona yatkınlık durumuna göre üç grupta toplanmaktadır. Bunlar;

Erozyona yatkın topraklar oluşturan anamateryaller; granit, kuvarslı diyorit, genç sedimentler, siyenit, trakit, asit volkanık kayaçlar, kumlu-killi quaterner depoları, volkanık tüfler, marn, neojen tozu, kum taşları ve toz taşları erozyona yatkın topraklar oluşturan anamateryallerdir.

Orta derecede erozyona duyarlı anamateryaller; metamorfik kayaçların bir kısmı (killi şistler), diorit, çatlaklı kireç taşları, kalker orta derecede erozyona duyarlı anamateryallerdir.

Erozyona en az duyarlı anamateryaller; bazalt, andezit, gabro, peridotit, serpantin, mikaşistler, gnays ve konglomera



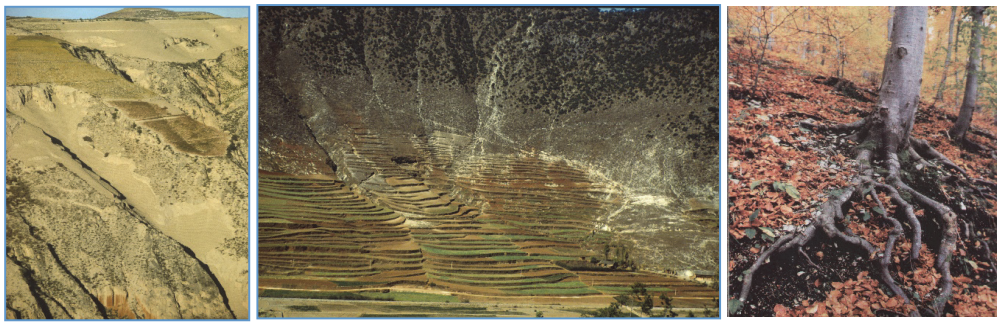
Şekil 5. Toprak oluşturan anamateryaller - litoloji haritası (Atalay, 2012)



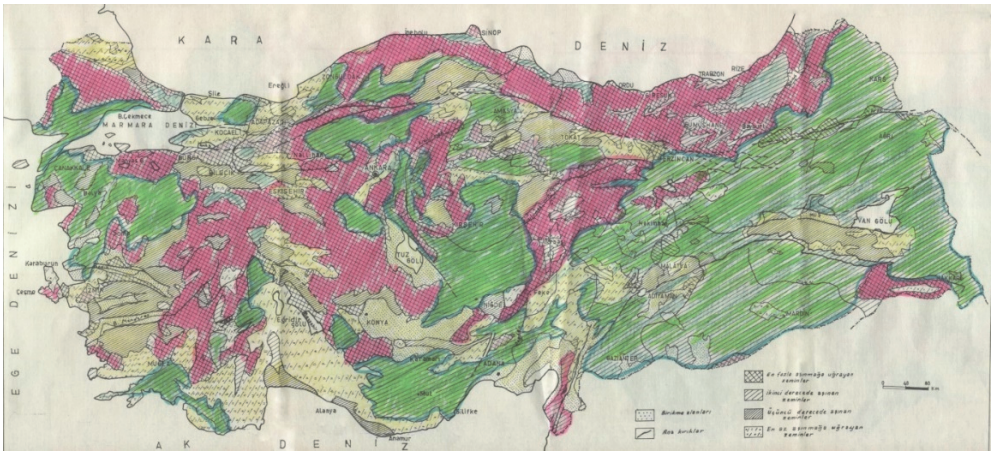
Şekil 6. Erozyona yatkın topraklar oluşturan anamateryallere ait görseller



Şekil 7. a) Erozyona orta derecede b) Erozyona en az duyarlı topraklar oluşturan anamateryallere ait görseller



Şekil 8. Erozyonu önlemede bitki örtüsünün rolü



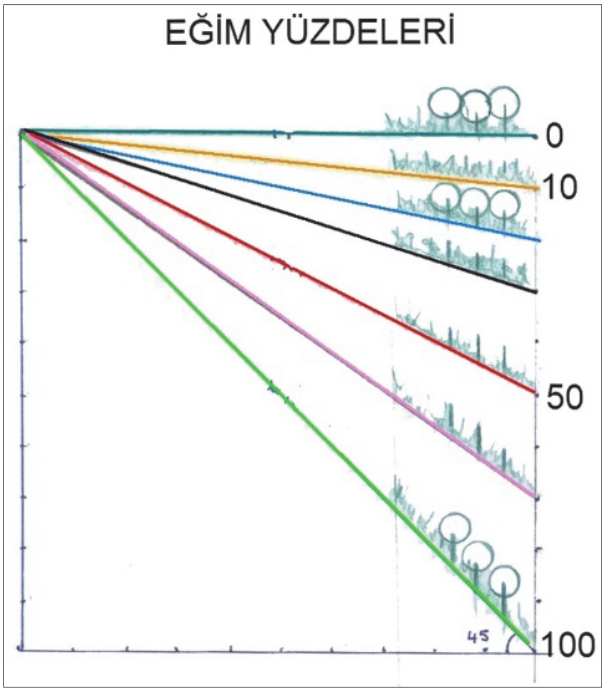
Şekil 9.Türkiye aşınım (erozyon) haritası (Atalay, 2012)

3.4. Topografik Yapı

Eğim, rölyef, yamaç uzunluğunun şekli ve bakısı toprak erozyonu konusunda topografik yapının değişkenlerini oluşturmaktadır.

Eğim: Topoğrafik etmenlerden en önemlisieğimdir. Eğim genellikle toprak etütlerinde yüzde ile ifade edilmektedir. Yani 100 metre mesafedeki düşey yüksekliktir.

Örneğin %3 denildiğinde 100 mesafede 3 m düşey yüksekliğin olduğu anlaşılır. Yüzeyde akan taşıyıcı suyun hızını kontrol eder. Taşınan materyalin yapısını kontrol eder. Eğim arttıkça erozyon riski ve oluşumu önemli düzeyde artar. Toprak koruma açısından eğim arttıkça; yıllık yağış yoğunluğu ve mevsimlere dağılışı, doğal bitki örtüsü, toprak durumu (derinlik, toprak türü ve tekstürü, organik madde vb.), ana kayanın tabiatı, havzanın şekli ve yapısı oldukça önem kazanmaktadır.

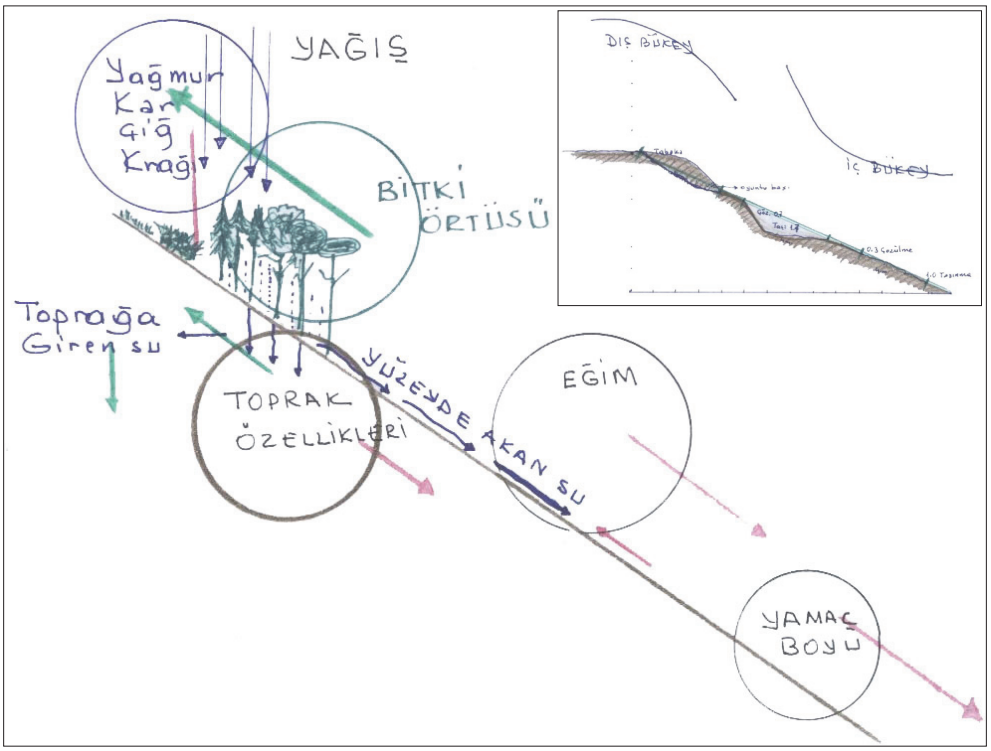


Şekil 10. Eğim yüzdeleri

Eğimin etkisini ortaya koymak amacıyla yapılmış çalışmalardan bazı örnekler verildiğinde, eğim yüzdesinin artmasıyla erozyon tehlikesinin büyük oranda arttığı saptanmıştır. Örnek olarak,

- % 10 eğimden- % 20'ye çıkmış bir eğimde erozyon % 100 artar.
- % 5 eğimden- % 10'a çıkmış bir eğimde % 300 artış yarattığı görülmüştür.

Yamaç uzunluğu, şekli ve bakısı: Yamaç uzunluğu arttıkça, taşıyıcı suyun gücü artmaktadır. İçindeki materyalle yoğunluğu artan suyun aşındırma gücü de artar. Uzun yamaçlarda oyuntu başları çabuk oluşmaktadır. Yamaç şekli özellikle kütle halindeki toprak taşınmalarında çok önemlidir.



Şekil 11. Yamaç uzunluğunun toprak erozyonu üzerindeki etkisi

3.5. İndikatör Olaylar

Bir doğa bilimci veya orman mühendisi arazideki olayları okuyabilmeli ve bunlardan bir sonuç çıkarabilmelidir. Arazide gerçekleştirilen inceleme ve gözlemler aşamasında aşağıda belirtilen hususların dikkate alınması oldukça nemlidir. Bunlar;

- Çalışılan alanın, ülkenin hangi iklim bölgesinde olduğu belirlenerek, yarı kurak, nemli veya çok nemli bir bölgenin toprak koruma fonksiyonu ayırımında göz önüne alınması,
- Bulunulan yerin mutlak surette bir havza içinde olduğu bilinmeli ve bu havzanın hangi alt birim havzasında veya aşağı – yukarı havzasında olup olmadığı göz önüne alınmalı,
- Yukarı havzalarda; kar kırmaları, heyelanlar, dik topografyalar, toprak koruma önlemlerinin en hassas bir şekilde uygulanması gereken alanlardır. Bu alanların toprak ve su koruma öncelikli alanların ayrımında ciddi birer gösterge olarak dikkate alınması,
- İçinde bulunulan havzanın fizyografik yapısının tehlike derecesini belirlemede birer ölçüt olarak kullanılması (Örn: Dar ve uzun havzalar daha fazla sel ve taşkın üretirler).

- Toprak hareketleri bir bozulmanın göstergesidir. Doğal bitki örtüsü ve yapısı ekolojik koşulları tanımlayan en önemli bir göstergedir. Doğal dengenin ne derece bozulduğu anlaşılmaya çalışılmalı, klimaks bitki örtüsünden sapmanın hangi safhada olduğu belirlenmedir.

Alanda erozyon varlığı ve derecesi en önemli gözlemlerden olup, erozyonun varlığını tespit etmek için aşağıdaki kriterleri dikkate almak gerekmektedir. Bunlar;

- Sahada erozyon kaldırımları görülüyorsa, bitki örtüsü olsa bile sinsi bir tabaka erozyonu devam etmektedir.
- Ağaç kökleri yüzeye çıkmaya başlamış ise sahadaki topraklar erozyona duyarlı ve tabaka erozyonu ileri safhadadır.
- Sık bir doğal örtü bulunmasına karşılık toprak yüzeyindeki ölü örtü şeritler halinde sahada toplanmış ise, sahada önemli bir erozyon potansiyeli varlığına işarettir.
- Yamaç üzerindeki yer yer görülen çıplak alanlar üzerinde kum taneleri açığa çıkmış ise anakaya dağılmaya yatkın bir anakayadır.
- Arazi üzerindeki erozyon çigileri bazı ip uçları verebilmektedir.
- U kesitli küçük oyuntular sahadaki toprakların erozyona yatkın olduğnu göstermektedir. V kesitli oyuntular ise alt tabakaların ve anamateryalin nispeten dayanıklı olduğunu gösterir.
- Bir yamaç üzerinde oyuntu başlarının varlığı - sıklığı değerlendirilmelidir.
- Oyuntu başı oluşumu, bulunulan yamacın boyunun tehlike sınırları içinde olduğunu gösterir.
- **Yer çekimi ile oluşan toprak hareketleri, y**amaç birikintileri ve bunların akmaları gözle görülebilen tehlike işaretleridir. Islak ve devamlı nemli kalan yamaçlar, hem kütle halinde toprak hareketi hemde yüzeysel su üretme kapasitesi fazla olan alanlardır.Bu şekilde oluşan toprak hareketleri aşağıdaki şekilde gruplandırılmaktadır. Bunlar;

a) Moloz hareketi; Çok yavaş bir şekilde oluşur, dik ve sarp yamaçlarda görülür. Başlıca etken donma – çözülme olaylarıdır. Yılda birkaç cm yi geçmeyen bir sinsi hareket olabilmektedir.





Şekil 12. Donma – çözülme olaylarıın etkisiyle meydana gelen oluşumlar

b) Tabaka halinde toprak hareketleri; Dik yamaçlarda olduğu gibi fazla eğimli olmayan yamaçlarda bile gözlenebilen bu oluşum, kurak devrelerde durgun olan yamaçlarda, kış aylarında görülebilir. Geniş bir yüzeyi kaplar,sığ toprak veren ve güç ayrışan ana kayaların üstünde gelişmiş derin olmayan topraklardasıkça görülür. Yılda 2-3 m lik hareketler olabilir. Toprak sığ olduğu için genellikle otsu bitkiler gelişmiştir.Yüksek alpin çayırlıklarda toprak donması sonrası ilk yağışlar ile üst toprak çözünürancak alt toprak daha çözünmediği için üst tabaka su ile doygun olup akmayabaşlar. Killi topraklarda çatlaklar ve toprak katmanlarının birbiri üzerine yorgan gibi katlandığı gözlenir.

c) Çamur akmaları; Yamacın yapısına göre özellikle şekilli yamaçtaki su akıntıları ile birlikte kenarlardan toplanan materyalin ince oluklar şeklinde akmasıdır.Suyla doygun olan bu materyal yamaç eteklerinde yayılır.

d) Kütle halinde toprak hareketleri; Çığlar ile meydana gelen kütle halinde toprak hareketi, buzul harekteleri ile kütle halinde toprak taşınması, dere kenarları veya dalgalar ile altı oyulan toprak kütlelerinin hareketi, arazi kaymaları (heyalanlar)'dır. Bu kütle hareketi, büyük miktarlarda olduğu gibi bazen bir yamacın bütününü kaplayabilir.Bir yamacın dengesinin bütünüyle bozulması olayıdır.Yukarıda açıklanan toprak akmalardan farklı olarak, hareketin tetikleyicisi aşağılardan başlayabilir.Kütle halinde toprak hareketine etkili olan en önemli faktör eğim olup, Bu konuda yapılmışçalışmalarda, dağlık arazilerde %80 (36 derece)eğim sınır değer olarak bulunmuştur (çamur akmaları 30 derece, moloz akmaları 60 derece). Heyelanların genelde 30-40 derece eğimler (% 75-80) arasında sıkça görüldüğü belirtilmektedir. **Kütle hareketlerinin toprak özellikleri;** Kaba tekstürlü örneğin granit anamateryalden oluşmuş toprakların kayması daha dik eğimlerde olmakta iken, ince tekstürlü topraklarda bu eğim daha az olsa da kayma oluşmaktadır.Farklı tekstürdeki katmanların üst üste bulunması, üst katmanlarda permeabilitesi yüksek bir tabaka alttaki daha az suyu ileten katmaları doyurmakta,

toprak taneciklerinin arası su ile doyarak bağıntı azalmaktadır.Drenaj alanı ve yamaç şekli bu oluşuumun başlamasında önemlidir. Dikkat edildiğinde heyelan bölgesinin üzerinde mutlak surette bir drenaj alanı bulunmakta olup, kayan kütleye önemli bir miktarda su ulaşması gerekmektedir. Bu nedenle üstü düz ancak yamacın kendisinin dış bükey olduğu yamaçlar kolayca kaymaya uğrarlar. Ayrıca bunların altında bir oyuntu başı oluşarak kütlenin dengesi bozulur.

Bir sahada heyelan potansiyelinin saptanmasında arazi gözlemleri çok önemlidir.Eğim, üzerindeki bitki örtüsünün (Örn. Çok nemcil ve ıslak ortamlarda yetişen çalı-ağaç ve otsu türler) varlığı bir gösterge olabilmektedir. Bazı türler (*Populus tremula*,*Carexsp*. ve *Juncus sp*.) bu konuda iyi bir göstergedir. Ayrıca devamlı ıslak bakı, ağaç gövde şekilleri ön gözlemler olarak değerlendirilmelidir.

3.6. Toprak Koruma Fonksiyonlu Alanların Ayrılmasında Karar Verme Ölçütleri

Yağış miktarı ve şekli, bitki örtüsü ve formasyonu, toprak özellikleri ve oluşumunda etkili olan anamateryaller ile topografik özellikler toprak taşınmasına ve aşınımına etki eden faktörler olduğu yukarıdaki bölümlerde açıklanmıştır. Ayrıca, arazideki olaylarınincelenmesi ve çeşitli gözlemler sonrasında oluşan kanaat bu çalışmalar için indikatör olaylar olarak değerlendirmelerde dikkate alınmaktadır.

Yukarıda açıklanan bilgilerin ışığında, bir ekolojik tabanlı fonksiyonel planlama çalışması sırasında, arazi etüdleri yapan teknik elemanın kullanabileceği bir ayırım tablosu geliştirmek amacıyla aşağıdaki denklemin kullanılması imkanları değerlendirilmiştir. Bu tabloda, literatür bulgular ve önceden yaplıan bilimsel çalışmaların sonuçları baz alınarak, arazi koşullarında gözlemcinin sayısal değerler verebileceği ve bu değerlerin ağırlıkları oranında bir katsayı ile sonuca ulaşabileceği bir tablo geliştrilmiştir. Bu yaklaşıma göre;

Ayırma Kriteri = Eğim + Bitki Örtüsü Faktörü + Anakayaya Göre Toprağın Erozyona UğramaHassasiyeti+ Gözlenen Erozyon Durumu + Yamaç Uzunluğu+ İklim Bölgesi

şeklinde formüle edilmiş ve denklemdeki değerler tabloda tanımlanmıştır.

Tablo 1. Toprak Koruma Fonksiyonlu Alanların Ayrılmasında Karar Verme Ölçütleri

Ayırma Kriteri = Eğim + Bitki Örtüsü Faktörü + Anakayaya Göre Toprağın Erozyona Uğrama Hassasiyeti + Gözlenen Erozyon Durumu + Yamaç Uzunluğu + İklim Bölgesi					
Kod	**A, B, C - Bitki Örtüsü Faktörü**				**Katsayı**
A	**A - Orman Örtüsü**				
A1	Tam kapalı,ölü örtüsü gelişmiş, bazen iki tabakalı (İbreli veya Yapraklı)				1
A2	0.8 kapalı orman örtüsü,yer yer alt tabakada çalı+gençlik, ölü örtü gelişmiş				2
A3	0.6 kapalı orman örtüsü+ çalı ve otsu örtü + zayıf ölü örtü				4
A4	0.4 kapalı, seyrek ağaçlı, çalı grupları, zayıf otsu, ölü örtü local ve zayıf				7
A5	0.3 ten az kapalı,çok seyrek,ufak gruplar,ölü örtü taşınmış, çok seyrek otsu, çalı				11
B	**B - Çalı Örtüsü**				
B1	Sık ve boylu çalı,toprak yüzeyi tam kapalı,aralarda çok yıllık otsu türler				2
B2	Toprak yüzeyi ufak boşluklu,yer yer otsu bitki grupları, çok yıllık otsular hakim				4
B3	Toprak yüzeyi büyük boşluklu, örtünün önemli kısmı bodur çalı ve otsu türler				7
B4	Çok seyrek çalı ve otsu türler, bir yıllık otsular hakim, bozulmuş denge				12
C	**C - Otsu Örtü**				
C1	Çok yıllık otsu örtü, toprak tam kaplı, boylu ve yüzeysel akışı önleyebilecek yapı				2
C2	Toprak yüzeyi ufak boşluklu, çok yıllık otsu örtü, yastık formlu çalı ve otsular yoğun				7
C3	Toprak yüzeyi yer yer açık, örtü içinde bir yıllıklar çok,öbek öbek bodur çalılar				11
C4	Seyrek bir yıllık otsular, çok seyrek bodur çalılar, toprak yüzeyi %80 çıplak				15
Kod	**D - Anakayaya Göre Toprağın Erozyona Uğrama Hassasiyeti**				**Katsayı**
D1	Erozyona duyarlı anamateryalden oluşmuş topraklar				4
D2	Erozyona orta derecede duyarlı anamateryal				2
D3	Erozyona en az duyarlı anamateryal				1
Kod	**E- Gözlenen Erozyon Durumu**				**Katsayı**
E1	Erozyon yok, toprak örtüsü iyi, ölü örtü yeterli				1
E2	Hafif erozyon noktaları, ölü örtü yer yer taşınmış				3
E3	Toprak yüzeyinde hafif çizgiler ve taşlar yüzeye çıkmış				5
E4	Tabaka erozyonu başlamış,toprak yüzeyi yer yer çıplak				8
E5	Çizgi ve ufak oluklar başlamış, taşlı yüzey görülmekte				12
E6	Oluklu ve oyuntular hakim aktif erozyon sahası				15
Kod	**F - Yamaç Uzunluğu**	**Katsayı**	**Kod**	**G - Eğim (%)**	**Katsayı**
F1	1 - 50 m	3	**G1**	0 - 5	5
F2	51 - 100 m	4	**G2**	6 - 10	15
F3	101 - 150 m	5	**G3**	11 - 15	30
F4	151 - 200 m	6	**G4**	16 - 20	50
F5	200 m' den uzun	8	**G5**	21 - 25	70
Kod	**H - İklim Bölgesi**	**Katsayı**	**G6**	26 - 30	90
H1	Çok nemli	5	**G7**	31 - 35	120
H2	Nemli	4	**G8**	36 - 50	150
H3	Yarı nemli	3			
H4	Yarı kurak	2			

(Şahin A., &Şengönül K., 2017)

3.7. Tablodan Yararlanarak Toprak Koruma Alanların Ayrılmasının Değerlendirilmesi

Tablo 1'de yer alan *ölçüt değikenlerinin* hesaplamalarda kullanılacak kısaltmaları aşağıda açıklanmıştır. Ayrıca aşağıdaki örneklerde ölçüt değişkenlerinin açıklamalarının uzun olmasından dolayı Tablo 1'de karşılıkları olan kodlar kullanılmıştır. Ölçütler içerisinde yer alan tüm değişkenlerin yanı sıra özellikle eğimin etkisinin önemini ortaya koyan ve konunun daha kolay açıklanmasını sağlayacak olan örnekler aşağıda verilmiştir.

Ölçütlere ait kısaltmalar ve anlamları;

KD = Koruma değeri
E = Eğim
BÖF = Bitki örtüsü faktörü
ATEUH = Anakayaya göre toprağın erozyona uğrama hassasiyeti
GED = Gözlenen erozyon durumu
YU = Yamaç uzunluğu
İF = İklim faktörü

Örnek: 1

BÖF		ATEUH		GED		İF		YU		E		KD
B4	12	D1	4	E5	12	H1	5	F3	5	G6	(% 30) 90	**128**
B4	12	D1	4	E5	12	H1	5	F3	5	G3	(% 15) 30	**68**

Eğim değerleri dışında tüm ölçütleri aynı olan iki örnekten, eğim % 15'ten % 30'a çıktığı zaman KD değeri 60 birim artarak 68'den 128'e çıkmıştır.

Örnek: 2

BÖF		ATEUH		GED		İF		YU		E		KD
A1	1	D2	2	E1	1	H2	4	F3	5	G6	(% 30) 90	**103**
A1	1	D2	2	E1	1	H2	4	F3	5	G4	(% 20) 50	**63**
A1	1	D2	2	E1	1	H2	4	F3	5	G2	(% 10) 15	**28**

Ölü örtü gelişimi olan, tam kapalı, anakayası erozyona orta derecede duyarlı olan anamateryallerden oluşmuş, toprak örtüsünün iyi ve erozyonun olmadığı, nemli

iklim bölgesinde, 150 m uzunluğundaki bir yamaç üzerinde üç farklı eğim grubunun olması durumunda, Koruma Değerinde meydana gelen değişim Örnek 2'de açıklanmıştır. Eğim % 10 iken KD değeri 28 birim, % 20 olduğu zaman 63 birim ve % 30' a çıktığı zaman ise 103 birime yükselmiştir.

Örnek: 3

BÖF		ATEUH		GED		İF		YU		E		KD
B3	7	D1	4	E6	15	H3	3	F2	4	G7	(% 30) 120	**153**
B3	7	D1	4	E6	15	H3	3	F2	4	G4	(% 20) 50	**83**

Toprak yüzeyi büyük boşluklu ve örtünün önemli kısmı bodur çalı ve otsu bitkilerle kaplı, erozyona duyarlı anamateryallerden oluşmuş, oluklu ve oyuntulardan oluşmuş aktif erozyonlu, yarı nemli, 200 m uzunluğundaki bir yamaç üzerinde eğim değerleri dışında tüm ölçütleri aynı olan iki örnekten, eğim % 20'den % 35'e çıktığı zaman KD değeri 70 birim artarak 83'den 153'e çıkmıştır.

Örnek: 4

BÖF		ATEUH		GED		İF		YU		E		KD
C4	15	D1	4	E6	15	H3	3	F3	5	G3	(% 10) 15	**57**
C4	15	D1	4	E6	15	H3	3	F3	5	G4	(% 20) 50	**92**
C4	15	D1	4	E6	15	H3	3	F3	5	G6	(% 30) 90	**132**
C4	15	D1	4	E6	15	H3	3	F3	5	G8	(% 40) 150	**192**

Toprak yüzeyi % 80 çıplak diğer kısımları çok seyrek çalılar ve otsular ile kaplı, erozyona duyarlı anamateryallerden oluşmuş, sahada aktif erozyonun olduğu, nemli iklim bölgesinde 100 m. uzunluğunda bir yamaçta eğimler karşılaştırıldığında % 10'luk bir eğimden % 20'ye çıkıldığında KD değeri 57 birimden 92 birime çıkmıştır. Benzer şekilde % 30 eğimden % 40'a çıkıldığı durumda ise KD değeri 132 birimden 192 birime yükselmiştir.

Toprak taşınması olayında eğimin etkisinin, bir denkleme ne oranda katılacağı söz konusu olduğunda, yapılan bir araştırmada (Şahin. ve ark.2005), bu etkinin % 82 olduğu ortaya çıkmıştır. Daha açık bir ifadeyle eğim için belirlenen tablo değerinin 0,80, buna karşılık diğer bileşenlerin toplam değerinin 0,20 çarpanlarıyla işleme sokulması sonucunda;

Örnek: 1 için toprak taşınması olayında eğimin ve diğer bileşenlerin etkisi;

Eğim % 15 ve diğer bileşenler (30 + 38 = 68)30 x 0,80 + 38 x 0,2 = 31,6

Eğim % 30 ve diğer bileşenler (90 + 38 = 128) 90 x 0,80 + 38 x 0,2 = 79,6

Örnek: 2 için toprak taşınması olayında eğimin ve diğer bileşenlerin etkisi;

Eğim % 40 ve diğer bileşenler (120 + 13 = 133) 120 x 0,80 + 13 x 0,2 = 98,6

Eğim % 30 ve diğer bileşenler (90 + 13 = 103) 90 x 0,80 + 13 x 0,2 = 74,6

Eğim % 20 ve diğer bileşenler (50 + 13 = 63) 50 x 0,80 + 13 x 0,2 = 42,6

Eğim % 10 ve diğer bileşenler (15 + 13 = 28) 15 x 0,80 + 13 x 0,2 = 14,6

Örnek: 4 için toprak taşınması olayında eğimin ve diğer bileşenlerin etkisi;

Eğim % 10 ve diğer bileşenler (15 + 42 = 57) 15 x 0,80 + 42 x 0,2 = 20,4

Eğim % 20 ve diğer bileşenler (50 + 42 = 92) 50 x 0,80 + 42 x 0,2 = 48,4

Eğim % 30 ve diğer bileşenler (90 + 42 = 132) 90 x 0,80 + 42 x 0,2 = 80,4

Eğim % 40 ve diğer bileşenler (150 + 42 = 192) 150 x 0,80 + 42 x 0,2 = 128,4

4. Tartışma

Koruyucu örtünün iyi olduğu yerlerde %15 eğimden % 30 eğime çıkıldığında KD değeri 28 den 103 e çıkmakta yaklaşık eğimin 1 derece artmasıyla tehlike 5 değer artmaktadır. Buna karşılık koruyucu örtünün zayıf olduğu alanlarda, düşük eğimlerde (%10- %20) 1derece eğim artışı 2 değer artmakta iken, yüksek eğimlerde ise (%30-%40) 1 derece eğim artışı 6 değer artışı yaratmaktadır.

Toprak örtüsünün çok zayıf ve erozyon olayının hakim olduğu alanlarda; eğim % 20 yi aştığı yerlerde koruma önlemi başlamaktadır. % 30 eğimde ulaşılan KD değeri 79,6 iken, iyi bir orman örtüsü ile kaplı alanda hesaplanan KD değeri 74,6 olarak bulunmaktadır. % 30 eğimde, yi bir orman örtüsü ile kaplı alanda hesaplanan KD değeri 74,6 birim olup, bu değertoprak yüzeyi % 80 çıplak diğer kısımları çok seyrek çalılar ve otsular ile kaplı, erozyona duyarlı anamateryallerden oluşmuş alana göre KD değeri 5,8 birim düşük kalmaktadır. Buna karşılık %40 eğimde KD değerleri arasındaki fark 29,8 birime çıkmaktadır. Bu hesaplamalara göre, eğimin % 40 ve üstü olması halinde Koruma değeri(KD) üzerinde, diğer ölçüt bileşenlerine göre üstün olduğu ve tek başına kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

Ormanın kapalılığı ile ile erozyon arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Kapalılığın kırılması erozyonun artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle erozyonu önleme (toprak koruma) ormanında vejetasyonun ve orman örtüsünün (ağaç, ağaççık, çalı, otsu bitkiler, ölü örtü) kesintiye uğratılmadan devam ettirilmesi gerekir***. Bu gaye ile meşcere kuruluşu sürekli korunmalı, yetişme ortamı, ağaç türü ya da türlerinin biyolojik özelliklerinin imkân verdiği oranda sık, göğüs yüzeyi yüksek, karışık, katlı, derin kök yapısına sahip ormanlar oluşturulmalıdır.*** Bunun için erozyonu önleme fonksiyonlu ormanlar ağaç türü ya da türleri uygun olduğu sürece seçme ya da doğaya yakın (devamlı orman) anlayışıyla planlanmalı ve işletilmeli, tabakalı bir yapı oluşturulmalıdır. Ağaç türü ya da türlerinin buna uygun olmama durumunda

planlama yaş sınıfları amenajman metodunun küçük maktalı varyantı (yaş sınıfı alanının ormana dağıtılması sistemi) kullanılarak yapılmalı, büyük alanlarda aynı yaşlı ve tek tabakalı meşcerelerin oluşmasına engel olacak şekilde planlama ve uygulamalar yapılmalıdır.

5. Sonuç ve Öneriler

Yağış miktarı ve şekli, bitki örtüsü ve formasyonu, toprak özellikleri ve oluşumunda etkili olan anamateryaller ile topografik özellikler toprak taşınmasına ve aşınımına etki eden faktörlerdir. Bu faktörler; **eğim, bitki örtüsü faktörü, anakayaya göre toprağın erozyona uğramahassasiyeti, gözlenen erozyon durumu, yamaç uzunluğuveiklim bölgesi** değişkenleri şeklinde ölçütleredönüştürülerek bir denklem aracılığıyla toprak aşınımına yönelik koruma değerleri hesaplanmaktadır. Elde edilen bu değerlerden yararlanarak bir alanın toprak koruma fonksiyonlu alan olarak ayrılıp ayrılamayacağının kararı verilebilir.

Yukarıda açıklanan ve uygulamada kolaylık,pratik ve birlik sağlamak üzere yapılan bu çalışmada, %30 eğimden sonra tehlikenin başladığı görülmektedir. Bu düşünceyle, mevcut örtünün erozyon yaratmayan bir sık orman örtüsü olduğu koşullarda bile % 40 eğimli alanlar, üzerindeki örtünün kaldırılması ile toprak korumasının yok olacağı,potansiyel risk alanlarını oluşturmaktadır. Orman amenajman planlama çalışmalarında, mevcut bitki örtüsü formasyonunu kapsayacak bir adlandırma ile Toprak Koruma Fonksiyonunu yerine getirecek olan alanların planlardayer alması korumanın gücü ve önemi açısından daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Tablolardan yararlanılarak bulunan Koruma Değeri (KD) ile ilgili olarak;

- KD değeri 75 -100 arası hesaplanması durumunda, alan potansiyel risk altında kabul edilerek, toprak koruma fonksiyonuna ayrılmalı ve örtünün vasfı (eğim %40- 50 arası ve tam kapalı orman örtüsü vb.) açıklanmalıdır.
- KD değeri 100 üzerinde olan alanlar isemutlak toprak koruma fonksiyonlu alanlar olarak ayrılmalıdır (eğim % 50 ve üstü, örtünün vasfı da açıkça belirtilmelidir).
- Bunun yanında, heyelan, kaya yuvarlanmaları, çığ ve çamur akmaları alanları ise özel toprak koruma fonksiyonlu alanlar olarak belirlenmeli ve bu alanların korunması için gerekli uygulama projelerinin alt yapısı oluşturulmalıdır.

Uygulayıcılar ve bu konuda çalışan araştırıcıların, çalışmada kullanılan denklemin eksiklikleri ve kullanılabilme olanakları ile ilgili öneri ve eleştirileri bu çalışmanın daha da geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Şahin, M., S. Başaran ve ark. 2005, Determination of Soil Erodibility of Burdur Region and Plant Species to Prevent Soil Erosion, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü yayınları.

Çetin, E., Erpul, G., ve ark. 2002, Characteristic of Rainfall and Rusle-R Factor in Turkey

OGM, 2008, Orman Amenajman Yönetmeliği

OGM, 2014, Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar, 299 Sayılı Tebliğ

Orman ve Su işleri Bakanlığı, 2014, ÇEM Genel Müdürlüğü yayınları. Ankara

Wischmeier Wh, Smith Dd (1978) Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning usda handbook 537, washington, DC.

Renard KG, Foster GR, Weesies GA, McCool DK, Yoder DC, 1997, Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). USDA Handbook 703, Washington, DC.

III

ORMAN ENDÜSTRİSİ VE AĞAÇLANDIRMA

HIZLI GELİŞEN TÜRLER ÖZELİNDE AHŞAP ENDÜSTRİMİZ

Öner Ünsal[1*]
[1]İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
Sarıyer, 34473, İstanbul
*onsal@istanbul.edu.tr

Özet

Ülkemiz orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ağaç türleri içinde hızlı gelişenler olarak bazı Çam, Kavak ve Okaliptüs türleri öne çıkmaktadır. Bu ağaç türlerinin ülkemizdeki potansiyeli, işlenmesi ve son ürün olarak kullanıma sunulması noktasında teknik özellikleri ve kısıtları önem arz etmektedir. Bu noktada, fiziksel-mekanik, teknolojik, anatomik ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak doğru türlerin seçilmesi ve doğru ürünlerde değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Bu çalışmada, bahsi geçen ağaç türlerinin seçimi, hammadde olarak potansiyeli, teknolojik özelliklerine bağlı olarak değerlendirme olanakları, katma değerli ve sürdürülebilir ürünler elde etme noktasında avantaj ve dezavantajları, ekonomikliği ve diğer hızlı gelişen türlerle rekabet olanakları ortaya konarak, sektöre bu anlamda geleceğe dönük bir perspektif sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Orman endüstrisi, Hızlı gelişen türler, Kavak, Okaliptüs, Çam*

WOOD INDUSTRY OF TURKEY AS PART OF FAST GROWING TREE SPECIES

Abstract

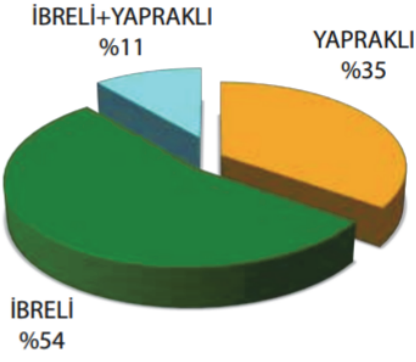
Some species of Pine, Poplar and Eucalyptus are emerging as fast growing tree species among the commonly used tree species in forest products industry of Turkey. The technical features and constraints of these species are important in terms of their potential, processing and using as final products in Turkey. At this point it is clear that the right species should be selected and evaluated in the right products depending on their physical-mechanical, technological, anatomical and chemical properties. In this study, it was aimed to be present a perspective towards to the future of this sector, by emphasizing the selection of mentioned tree species, evaluation opportunities based on their potential as raw material, technological properties, advantages and disadvantages in obtaining value added and sustainable products, their economy and competition possibilities with other fast growing tree species.

Keywords: *Wood industry, Fast growing tree species, Poplar, Eucalyptus, Pine*

1-Giriş

2012 yılı verilerine göre, ülkemizin sahip olduğu yaklaşık 80 milyon hektarlık yüzölçümün %27.6 sını ormanlarımız oluşturmaktadır. Günümüzde ormanlarımızın % 50.1'i verimli,% 49.9'u verimsiz olup verimli ormanlardan odun üretimi olarak planlanan yıllık ortalama faydalanma miktarı (eta), toplam 16.995.201 m^3 olarak tespit edilmiştir.

Ormanlarımızı ağaç türü bazında ele aldığımızda; genel ormanlık alanın %35'ini yapraklı ormanlar (meşe, kayın, kızılağaç, kestane gürgen gibi ağaç türleri), %54'ünü iğne yapraklı (ibreli) ormanlar (kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar, ladin, sedir gibi ağaç türleri), %11'ini ise ibreli yapraklı karışık ormanlar kaplamaktadır. Ormanlarda yayılış alanı olarak en fazla kızılçam (5,9 milyon ha) yayılış göstermekte, ondan sonra alan büyüklüğü sırasına göre meşe türleri, karaçam, kayın, sarıçam, göknar, ardıç, sedir, ladin, kızılağaç, kestane, fıstıkçamı, gürgen, ıhlamur, dişbudak, kavak ve okaliptüs gelmektedir. Ormanlarda yayılış gösteren ağaç türlerinin oluşturduğu ormanların toplam alanları ve yüzdeleri aşağıda gösterilmiştir.



Ağaç Türü	Toplam (ha)	%
Kızılçam	5.854.673	27,00
Meşe	5.152.562	23,80
Karaçam	4.693.060	21,60
Kayın	1.961.660	9,00
Sarıçam	1.479.648	6,80
Göknar	670.390	3,10
Ardıç	575.315	2,70
Sedir	463.521	2,10
Ladin	334.472	1,60
Kızılağaç	141.119	0,70
Kestane	111.044	0,50
Fıstıkçamı	89.028	0,40
Gürgen	19.962	0,10
Ihlamur	11.523	0,05
Dişbudak	9.444	0,04
Kavak	6.547	0,03
Okaliptüs	2.528	0,01
Diğer Türler	101.641	0,47
Genel Toplam	**21.678.134**	**100,00**

Şekil 1: Ormanlarımızı teşkil eden ağaç türü gruplarının oranı ve yetişen ağaç türlerinin alanları ve toplamdaki oranları

Şekilden de görüleceği üzere, bu çalışmanın konusu olan kızılçamla birlikte, karaçam ve sarıçamın toplam nispeti %50 yi aşarken, kavak ve okaliptus toplamda % 0.04 ü geçmemektedir. Çalımanın düğer unsurları olan Sahilçamı ve Radiata çamı, katılımlarının sınırlı oluşu nedeniyle diğer türler bölümünde yer bulabilmişlerdir (OGM, 2014).

Orman varlığımızla ilgili bu bilgilerden hareketle, rahatlıkla söylenebilir ki; Ülkemiz orman varlığı ve artımı içinde yaygın yere sahip bazı Çam türleri ve hızlı gelişen türler olarak addedilen Kavak ve Okaliptüs türleri orman ürünleri endüstrimizde öne çıkmaktadır. Beraberinde bu ağaç türlerinin ülkemizdeki potansiyeli, işlenmesi ve son ürün olarak kullanıma sunulması noktasında teknik özellikleri ve kısıtları da ayrıca önem arz etmektedir. Bu noktada, fiziksel-mekanik,

teknolojik, anatomik ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak doğru türlerin seçilmesi ve doğru ürünlerde değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Bu çalışmada, bahsi geçen ağaç türlerinin seçimi, hammadde olarak potansiyeli, teknolojik özelliklerine bağlı olarak değerlendirme olanakları, katma değerli ve sürdürülebilir ürünler elde etme noktasında avantaj ve dezavantajları, ekonomikliği ve diğer hızlı gelişen türlerle rekabet olanakları ortaya konarak, sektöre bu anlamda geleceğe dönük bir perspektif sunulması amaçlanmıştır.

2-Genel Bilgiler

2.1 Orman Ürünleri Endüstrisi

Orman ürünleri endüstrisinin 2010 yılında toplam ihracatı 3.15 milyar dolara ulaştığı ve 2000-2008 yılları arasında ihracatın 7 kat arttığı ve dünya ticaretindeki payın 4 katına çıktığı görülmektedir. Buna karşın ülkemizin ithalat rakamı halen 5 milyar ABD Doları civarındadır.

2016 yılına gelindiğinde, orman ürünleri endüstrisi için endüstriyel yuvarlak odun arzının, 16.6 milyon m^3'le devlet ormanları, 3.3 milyon m^3 ile özel sektör ve 0.49 milyon m^3 ile ithalat yoluyla sağlandığı görülmektedir (Kurtoğlu vd., 2009). Diğer yandan, Devlet ormanları dışında üretilen endüstriyel odun üretiminin % 90'ından fazlası kavak, okaliptüs gibi hızlı gelişen ağaç türlerinden oluşmaktadır (Kurtoğlu, 2006).

2.2 Hızlı Gelişen Türlerle İlgili Genel Bilgiler

FAO tarafından 1970 yılında yapılan Hızlı Gelişen Tür tanımlaması: "En uygun yetişme ortamlarında, en uygun kültür yöntemlerinin kullanılması neticesinde, yılda/hektarda $10m^3$'ün üzerinde dalsız ve kabuksuz hacim artımı yapabilen, ancak idare süreleri 50 yılı geçmeyen ve genellikle de 30-40 yıl idare süreleri ile işletilen türlerdir" şeklinde ifade edilmiştir. Bu tanıma dayalı olarak Ülkemiz şartları dikkate alındığında, hızlı gelişen tür tanımında, ağaç yaşı olarak 25-30 yıl ve yıllık artım olarak da $10m^3$ artım esas alınmaktadır. Bu değerlendirmeler ışığında Ülkemizde hızlı gelişen tür tanımına uyan ağaç türlerimiz ise doğal yetişen Çam türleri olarak Kızılçam, endüstriyel plantasyon olarak Sahil Çamı ve Radiata çamı öne çıkarken, yapraklı ağaç türlerinden de Kavak ve Okaliptüs hızlı gelişen türler olarak kendini göstermektedir. OGM tarafından hazırlanan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı 2013 - 2023"e göre, sahil çamının Marmara ve Karadeniz bölgesinde, Kızılçamın ise Akdeniz ve Ege bölgelerinde endüstriyel plantasyonlarda kullanılması hedeflenmektedir. Aynı planda, kızılağaç ve dişbudak ağaç türleri de endüstriyel plantasyona uygun türler olarak gelecek planına dahil edilmişlerdir.



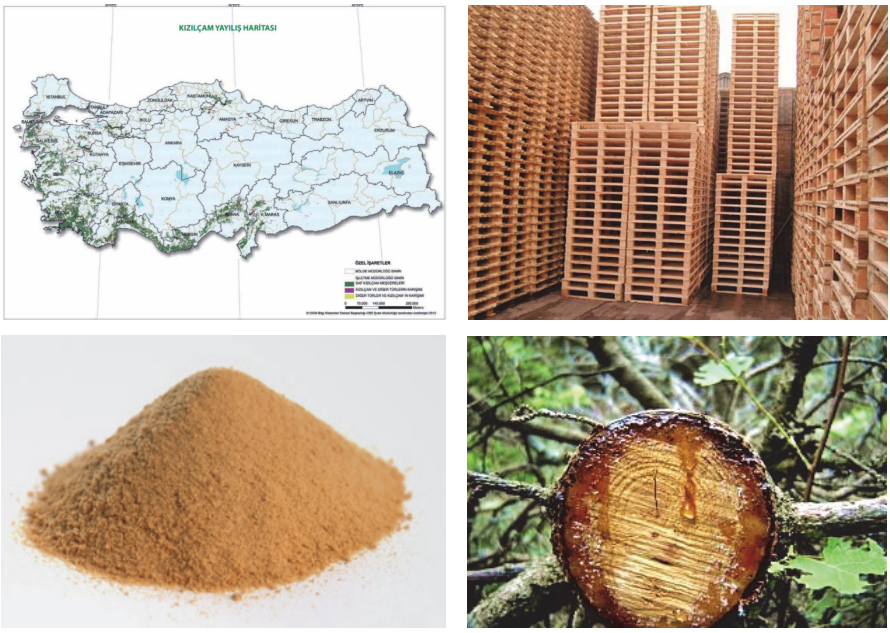
Kızılçam Enine Kesiti

OGM'ye (2013) göre Türkiye'de hızlı gelişen türlerle temsil edilen endüstriyel odun ihtiyacı 17-18 milyon m^3 olup, bu ihtiyacın %94'lük bölümü ülke içindeki kaynaklarımızdan karşılanmaktadır. Kalan arz açığı ithalat ile giderilmektedir. Ülkemizde hızlı gelişen türlerle ağaçlandırma yapma düşüncesi, 1950'li yıllarda odun hammaddesi üretiminin ihtiyacı karşılamayacağının anlaşılmasıyla ortaya çıkmıştır (Turan, 1982). Orman ürünleri endüstrisi genel olarak kereste ve parke, kaplama ve kontrplak, yonga ve lif levha, kâğıt ve mobilya endüstrisinden oluşurken, bu endüstriye odun hammaddesi sağlama noktasında ülkemizde yıllık ortalama 1.5-2 milyon m3 arz açığı olduğu görülmektedir. Bu noktada Kavak ve Okaliptüs gibi hızlı büyüyen ağaç türleri, kısa idare süreleri sonunda odun hammaddesinin endüstriyel plantasyonlar ile karşılanması bakımından önemlidir. Fakat kısa süreli üretimler bazı sorunlara sebep olmaktadır. Bunlar; hızlı büyüyen türlerin kullanımlarını sınırlayan, yüksek oranda genç odun ve büyüme gerilmeleri içermeleridir. Hızlı büyüyen türlerin kereste olarak kullanımındaki engel olarak bu sorunlar gösterilmektedir. Genel olarak hızlı gelişen türlerin kullanım alanları; kâğıt, kâğıt hamuru ve ormancılar için karlı olmayan enerji odunudur (Kojima vd., 2009).

Yeryüzünde toplam 523 tür ile temsil edilen okaliptüsün ülkemizde yetiştirileni ağırlık olarak E. camaldulensis Dehn. Türü olup yaklaşık 2419,2 hektarlık bir alanda başta Tarsus-Karabucak'ta olmak üzere yetiştirilmektedir (Anonymus, 2006). Ülkemizde bu türün koru ormanlarında ortalama 17-20 m3 artımı olmasına karşılık, baltalık ormanlarında ise 25-30 m3 'lük bir artım yapabilmektedir (Anonymus, 1980). Bu artım miktarı ile ülkemizin en hızlı gelişebilen türlerinden biri olduğunu, bu nedenle de yaygınlaştırılması gereken bir tür olduğunu göstermektedir.

2.3 Kızılçam (*Pinus brutia*):

Dünya'daki en geniş yayılışı Türkiye'dedir. Genel olarak Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında yayılış gösterir. Marmara, Ege ve Akdeniz'de de çok geniş ormanlar kurar. Ülkemizde yaklaşık 6 milyon ha Kızılçam ormanı bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 1000 - 1500 m yüksekliklere kadar ulaşan Kızılçam, ışığı seven hızlı büyüyen bir Çam türüdür. 25m'ye kadar boylanabilen kalın dallı bir ağaçtır. Gövde düzgünlüğü değişkendir. Gövde kabuğu genç bireylerde düzgün boz renkteyken, yaşlılarda derince yarılır, esmer kırmızımsı renkte ve kalın kabuk durumunda görülür.



Şekil 2: Kızılçam yayılış haritası, palet, tanen ve reçine

Tam kuru yoğunluğu 0,53 g/cm^3, Hava kurusu yoğunluğu 0,57 g/cm^3, hacim-yoğunluk değeri 00,478 g/cm^3, daralma yüzdeleri; liflere paralel %0,5, radyal yönde %4,9, teğet yönde %6,8, hacimsel %12,2, lif doygunluğu noktası %25,5, en yüksek su miktarı %145,2, liflere paralel basınç direnci 447 kg/cm^2, statik kalite değeri 7,2, spesifik kalite değeri 14,7, eğilme direnci 821,5 kg/cm^2, dinamik eğilme direnci 0,26 mkg/cm^2, dinamik kalite değeri 0,92, liflere dik çekme direnci 19,6 kg/cm^2, yarılma direnci radyal yönde 5,1kg/cm^2 ve teğet yönde 5,7kg/cm^2'dir (Bozkut ve Göker, 1987). Doğal Çam türlerimiz arasında yoğunluğu en yüksek olan türdür. Kağıt endüstrisi bakımından elverişli özellikler taşımaktadır. Yapı malzemesi, yonga levha, mobilya ve ambalaj sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yakacak odun olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizin reçine üretiminin % 95'ine yakını bu türden yapıldığı gibi, kabuğunda tanen miktarının fazla olmasından dolayı tanen üretiminde

de önemi büyüktür. Kerestesi dış ülkelerde travers olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde halen ahşap palet ve ambalaj sandığı yapımında yaygın kullanımı devam etmektedir.

2.4 Sahil Çamı (*Pinus pinaster*):

Marmara bölgesinin güneyi başta olmak üzere Kocaeli yarımadası, Batı Karadeniz Bölgesi'nin 300 -400 m'ye kadar olan bölgeleri ile Ege Bölgesi'nde bulunmaktadır. 30m boy, 2m çap yapabilmektedir.



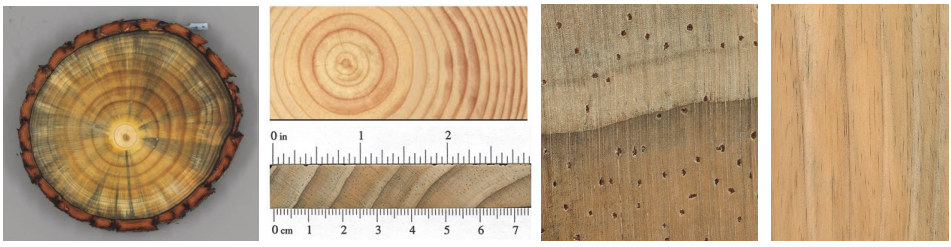
Şekil 3: Sahil Çamı; yaprakları, çiçeği ve döşeme tahtaları

Hava kurusu yoğunluğu 0,39 - 0,5 g/cm^3, Janka sertlik 1,74 N, daralma yüzdeleri; radyal yönde %4,5, teğet yönde %9, hacimsel %14,4, eğilme direnci 73 MPa, elastikiyet modülü 8540 MPa, liflere paralel basınç direnci 39 MPa.

Genel olarak Sahil çamı el aletleriyle iyi şekilde işlenebilmekte ancak reçine aletlere yapışarak ve zımpara kağıdının gözeneklerini doldurarak işlenmesini güçleştirmektedir. Bu tür "Tehlike Altındaki Türlerin Uluslararası Ticareti Konvansiyonu"nun (CITES) hazırlamış olduğu listede yer almadığı gibi, "Doğanın Korunması için Uluslararası Birlik"e (IUCN) göre de en az tehlike altındaki tür olarak belirtilmiştir. Avrupa'da özellikle yapıda kullanılmak üzere geniş plantasyonları mevcuttur. Bu sayede bu ağaç türünün ileriye dönük olarak ülkemizde ahşap yapılarda kullanım potansiyeli olduğu anlaşılmaktadır. Direk, travers, kaplama, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, zemin döşemesi, mobilya, doğrama, gemi - tekne yapımı, lif - yonga levha, selüloz - kağıt sanayinde, reçine ve terebentin üretiminde kullanılmaktadır. Genel olarak; her ne kadar Sahil çamı Dünya çapında plantasyonları geniş yayılış gösterse de, Avrupa dışında daha geniş yayılışı olduğundan ve odun özellikleri daha iyi olduğundan Radiata çamına ikame olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Sahil çamı hala Avrupa'da önemli bir plantasyon ağacıdır ve aynı zamanda terebentin ve reçine kaynağı olarak kullanımı son derece yaygındır (WoodDatabase.com).

2.5 Radiata Çamı (*Pinus radiata*):

Doğal yayılış alanları Kuzey Amerika, Amerika Birleşik Devletleri ve Kaliforniya'nın güneyidir. Yeni Zelanda, Avustralya, Güney Afrika, Şili ve ülkemizde suni olarak yetiştirilmektedir. Hızlı büyüyen bir türdür. Ağaç boyu ortalama 15 - 18m olup Güney yarıküre de 20-25 m boya ulaşmaktadır. Gövde orta çapı 0,3 - 0,6 m olup, gövde şekli silindiriktir. Tam kuru yoğunluğu 0,36 - 0,41 g/cm^3, Hava kurusu yoğunluğu 0,40 - 0,48 g/cm^3, taze halde yoğunluğu 800 - 850 kg/m^3, radyal yönde %2,7, teğet yönde %5,5, hacimsel %8,4, basınç direnci 36-44 N/mm^2, elastiklik modülü 8500 - 11400 N/mm^2, dinamik eğilmede iş miktarı 0,94 kN/cm, makaslama direnci 6,8 -7,6 N/mm^2, yarılma direnci 0,35 - 0,5 N/mm^2'dir. Karaçam'dan daha kolay işlenir. Az körleştirme etkisi vardır. İnce ve keskin aletler kullanılmalıdır. Böylece budakların civarı hariç düzgün yüzeyler elde edilebilir. Yapıştırılması çivi ve vida tutma özelliği iyidir. Gerekli özen gösterildiğinde iyi bir şekilde kurutulabilir ancak lif kıvrıklığı varsa çarpılmalara görülebilir. Çatlamaya eğilimlidir. Ağırlı altında birkaç saat buharlanırsa çarpılmalar önlenebilir. Açık havada kurutulduğunda mavi renklenme oluşabilir. Böceklere karşı hassas olup, çürüklük mantarlarına karşı dayanıksızdır. Çoğunlukla genç ve hızlı büyüyen plantasyonlardan elde edilen ağaç malzemenin hemen hemen tamamı kolay emprenye edilebilen diri odundan ibarettir. Genel inşaat maksatlarında, kutu ve sandık yapımında kullanılmaktadır. Yeni Zelanda'da ve ülkemizde kraft kağıdı ile gazete kağıdı için odun hamuru elde edilmesinde yararlanılmaktadır. Maden direği, yonga levha, lif levha, kontrplak üretiminde, elektrik kablo sarma makaralarında, soğutma kulelerinde ve Güney Afrika'da yetiştirilenler emprenye edilmek şartıyla tel direği olarak kullanılmaktadır. 4 - 12 m boylarda, 0,4 m'ye kadar orta çapta yuvarlak halde ve kereste olarak satılır (Bozkurt ve Erdin, 2013).



Şekil 4: Radiaya Çamı; enine kesitleri ve üst yüzey görünüşü

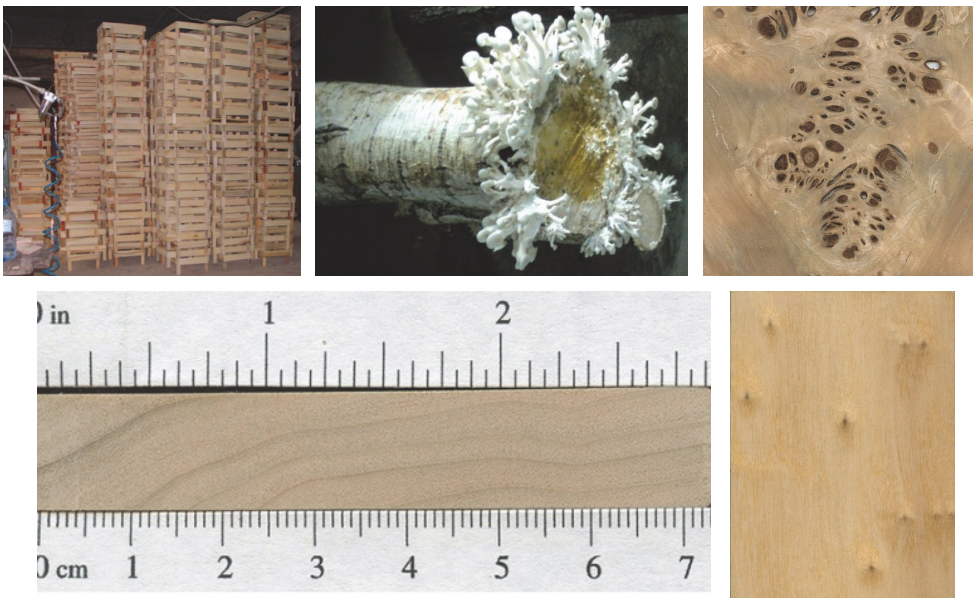
Bu tür "Tehlike Altındaki Türlerin Uluslararası Ticareti Konvansiyonu"nun (CITES) hazırlamış olduğu listede yer almamaktadır. Ancak , "Doğanın Korunması için Uluslararası Birlik"e (IUCN) göre korunması gerekli tür olarak belirtilmiştir. Bu tür Güney Yarımküre'de en çok dikilen ağaç türüdür. Kağıt hamuru ve kağıt odunu olarak plante edilmektedir.

2.6 Kavak (*Populus ssp.*):

Türkiye'nin hemen her bölgesinde yayılış göstermekle birlikte, en büyük Kavak ormanları Samsun ili Terme ilçesindedir. Ülkemizde biri melez olmak üzere 5 tür tabii olarak yayılış göstermektedir. Bunlar Akkavak, Karakavak, Titrek kavak, Boz kavak ve Fırat kavağı dır. Bu tabii türlerimizin yanında yerli karakavak melez kavak ve Amerikan kavağı hariç kavak klonları ülkemizdeki ağaçlandırmalarda kullanılmaktadır. Endüstriyel kavak ağaçlandırmaları, ülkemizin bütün bölgelerinde bulunmakla birlikte, yoğun olarak Marmara, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde yapılmaktadır.Tüm Kavak türlerini temsilen üzerinde en fazla araştırma yapılan Karakavak'ın teknolojik özelliklerini irdelersek; yayılış alanı Avrupa, Rusya, Kuzey Afrika ve Hindistan'dır. Hızlı büyüyen bir tür olarak ağaç boyu 20-30 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 15m'ye kadar olup, gövde orta çapı 1 m ve gövde şekli silindiriktir. Tam kuru yoğunluğu 0,41 g/cm3, hava kurusu yoğunluğu 0,45 g/cm3, taze halde ağırlığı 730 - 1070 kg/m3, radyal daralma %5,2, teğet daralma %8,3, hacmen daralma %14,3, basınç direnci 30-35 N/mm2, eğilme direnci 55-65 N/mm2, elastiklik modülü 8800 N/mm2, liflere paralel çekme direnci 77 N/mm2, makaslama direnci 5 N/mm2, dinamik eğilmede iş 0,50 kN/cm, yarılma direnci 0,6 N/mm2, liflere paralel Brinell sertlik 24-37 N/mm2, liflere dik Brinell sertlik 10-15 N/mm2'dir. Hafif bir körleştirme etkisi vardır. Pürüzlü yüzeyler oluşmaması için keskin ve ince uçlu aletler kullanılmalıdır. Optimal kesiş hızı 40 m/s'dir. Kesilebilir, soyulabilir. Çivilenmesi ve yapıştırılması iyidir. Renklenme iyi sonuç vermez. Boyanma ve cilalanma özellikleri iyidir. Dermatitis'e neden olabilir. Genellikle iyi ve oldukça hızlı bir şekilde kurutulabilir. Fakat yer yer fazla rutubetli kısımlar kalabilir ve çarpılmalar görülebilir. Budaklar çatlamaya eğilimlidir. Kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir. Çürümeye karşı çok dayanıksız olup, böceklere karşı çok hassastır. Diri odunu kolay, öz odunu güç emprenye edilir. Bu tür "Tehlike Altındaki Türlerin Uluslararası Ticareti Konvansiyonu"nun (CITES) ve "Doğanın Korunması için Uluslararası Birlik"in (IUCN) listesinde korunması gerekli tür olarak yer almamaktadır. 2-10 m boylarda, 0,2 - 1 m orta çapta yuvarlak halde, ster halinde, kereste ve kaplama levha olarak satılır.

Kavak odunları geleneksel olarak soyma sanayii (soyma kaplama, kutular, kontrplak ve kibrit), ambalaj sanayii (paletler, kasalar, kutular vb.), mobilya sanayii (bıçkılık odun olarak daha çok iç kısımlarda), lif, yonga ve selüloz sanayii (kâğıt hamuru, yonga levha) ve yapı sektöründe (çoğunlukla çatı konstrüksiyonunda kullanılan biçilmiş odun) kullanılmaktadır. Bunların yanında etiket yongalı levha (Waferboard) ve yönlendirilmiş yongalı levha (oriented structural board: OSB) üretiminde 1975 yılından buyana artan oranda kavak odunu değerlendirilmektedir. Kavak odunu, kompozit paneller (değişik ağaç türlerine ait odunlarından karışık olarak imal edilmiş panel) ve benzeri kereste ürünleri imalinde,OSB, LVL (laminated veneer lumber), PSL (parallel strand lumber), LSL (laminated strand lumber) olarak

isimlendirilen mühendislik ürünü ağaç malzemelerin imalinde de kavak odunu başarıyla kullanılmaktadır. Egzotik kavakların (Amerikan karakavağı ve melezleri), açık renkli olması (beyaz ya da fildişi), çalışma kolaylığı (soyma, kurutma, tutkallama ve yüzey temizlemede), yoğunluğunun düşük olması gibi bazı odun karakteristikleri onu, örtü kaplama, kutu ve kasa paketleme, kontrplak, kibrit vb. üretiminde geniş bir şekilde kullanılan soyma kaplama üretimi için uygun bir materyal yapmaktadır. Özellikle yumrulu kısımlardan elde edilen kaplamaları oldukça pahalıdır. Egzotik kavakların (Amerikan karakavağı ve melezleri), açık renkli olması (beyaz ya da fildişi), çalışma kolaylığı (soyma, kurutma, tutkallama ve yüzey temizlemede), yoğunluğun düşük olması gibi bazı odun karakteristikleri onu, örtü kaplama, kutu ve kasa paketleme, kontrplak, kibrit vb. üretiminde geniş bir şekilde kullanılan soyma kaplama için uygun bir materyal yapmaktadır. Egzotik kavak odununun kimyasal yapısı onu kâğıt hamuru üretiminde uygun bir hammadde yapmaktadır ve bu alanda geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Özel kâğıt ürünleri; peçeteler, mendiller, havlular, ince kâğıt, ambalaj kâğıdı ve kartonların üretiminde kavak odunundan faydalanılmaktadır. Kavaklar aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynağı (biyoenerji) olarak yakacak odun ve biyoenerji üretiminde de kullanılmaktadır.



Şekil 5: Palet, İstiridye mantarı, Yumrulu kaplama, Enine kesit ve üst yüzey görünümü

2.7 Okaliptüs (*Eucalyptus ssp.*):

Ülkemizde *Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus grandis* ile temsil edilmektedir. Akdeniz ve Ege bölgesinde çok kolay yetişir. Fakat en yoğun olarak bulunduğu yer, Tarsus bölgesidir. Dünya'da ise Avustralya ve Tasmanya bölgesinde yayılış göstermektedir.



Şekil 6: Okaliptüs yayılış alanı ve enine kesit görünümü

Eucalyptus globulus özelinde: Ağaç boyu 50-60 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 30m'ye kadar olup, gövde orta çapı 3m'ye kadar çıkmaktadır ve gövde şekli silindiriktir. Tam kuru yoğunluğu 0,66 g/cm^3, hava kurusu yoğunluğu 0,77 g/cm^3, taze halde ağırlığı 1150 kg/m^3, radyal daralma %8,0, teğet daralma %12,0, basınç direnci 36-65 N/mm^2, eğilme direnci 75-105 N/mm^2, elastiklik modülü 1500-13900 N/mm^2, liflere paralel çekme direnci 90 N/mm^2, makaslama direnci 9,5 N/mm^2, dinamik eğilmede iş 0,76 kN/cm, liflere paralel Brinell sertlik 65-44 N/mm^2, liflere dik Brinell sertlik 26-52 N/mm^2'dir. İyi biçilir, ancak radyal yüzeylerin planyalanmasında girift liflilik nedeniyle güçlükler meydana gelir, aletleri körleştirme etkisi vardır. Çivileme ve vidalamada ön delme işlemi gereklidir. Yapıştırma işlemlerinde tüller nedeniyle güçlük yaşanır. Soyma kaplama levha elde edilmesinde tomruklar ıslatılmalıdır. Çatlama, çarpılma ve kollapsa eğilimli olduğundan kurutulmasında güçlük vardır. Kullanım yerinde stabilitesi iyi değildir. Diri odun termitlere ve Lyctus'lara karşı hassas, öz odun mantarlara karşı orta derecede dayanıklıdır. Öz odunun emprenyesi çok güçtür. Bu tür "Tehlike Altındaki Türlerin Uluslararası Ticareti Konvansiyonu"nun (CITES) ve "Doğanın Korunması için Uluslararası Birlik"in (IUCN) listesinde korunması gerekli tür olarak yer almamaktadır. Mobilya, lambri, parke yapımında, binalarda iç ve dış kısımlarda, özellikle binaların yanma tehlikesi yüksek kısımlarında, kağıt endüstrisinde, palet yapımında, genel maksatlar için kontrplak üretiminde kullanılır. Yuvarlak, kereste ve parke taslakları halinde satılır. Ayrıca ticareti ile ilgili yaşanan gelişmeleri Özkurt (2002) şu şekilde özetlemiştir: "Okaliptüsün belirtilen bu iyi özelliklerine rağmen son yıllarda Türkiye'de okaliptüs yetiştiriciliğinde büyük sorun yaşanmaktadır. Bu sorun kullanım alanlarının daralmasına paralel olarak okaliptüs fiyatlarının çok düşmesi ve talebin azalmasıdır. Plantasyon alanları son yıllarda giderek daralmaktadır. Yapılan

bir fiyat incelemesinde özellikle okaliptüs odunu kendisi ile aynı kullanım alanlarına hitap edebilen aynı sınıftan kızılçam odunu ile karşılaştırılmış ve son 10 yılda okaliptüs ve kızılçam fiyatlarının reel olarak değer kaybettiği ve fiyatlardaki düşüşün devam ettiği görülmüştür. Bu düşüşte konjonktürün de etkisi olduğu açıktır. Çünkü Türkiye'de son yıllarda odun satış fiyatlarının reel olarak azaldığı ifade edilmektedir. Bu azalma; toplam üretim içinde kaliteli ve kalın odun üretiminin azalmasına, ithalatın artarak yılda 1 milyon m^3 seviyesine çıkarılmasına, ithal odun fiyatlarındaki düşüşe ve odun yerine ikame maddelerin kullanımındaki artışa bağlanmaktadır".

Aslan ve ark.(2008) tarafından, *Eucalyptus camaldulens* Dehn'nin teknolojik özelliklerini ortaya koydukları araştırmada ise, Tam kuru yoğunluğu 0,624 g/cm^3, hava kurusu yoğunluğu 0,669 g/cm^3, radyal daralma %4,7, teğet daralma %8,5, hacim daralması %11,8, liflere paralel basınç direnci 54,6 N/mm^2, eğilme direnci 79,3 N/mm^2, elastiklik modülü 6285,3 N/mm^2, liflere paralel çekme direnci 44,3 N/mm^2, makaslama direnci 8,9 N/mm^2, liflere dik janka sertlik 41,9 N/mm^2, liflere paralel janka sertlik 59 N/mm^2 bulunmuştur.



Şekil 7: Okaliptüs. Sırasıyla; enine kesiti, üst yüzey görünüşü ve dikili hali

3-Sonuç ve Tartışma

Özellikle son dönemde, ülkemizde görecelide olsa refah seviyesinin artışına bağlı olarak, katma değerli ahşap ürünlere olan eğiliminde artması, orman ürünleri endüstrimizde bir gelişme trendi yaratmıştır. Bu süreçte, lokomotif sektörlerden inşaat sektöründeki gelişmede buna destek olmuştur. İlave olarak, genel ekonomide bir genişleme ve hareketlenme, devamında ihracat imkanlarının ortaya çıkarak lojistik sektörünün de hareketlenmesi, ahşaptan taşıma ve ambalajlama ürünleri yapan sektörü de önemli oranda canlandırmıştır. Bu noktada, masif ahşap ürünlere olan talebin genişlemesi arzı zorlamaya başlamıştır. Dünyada ve ülkemizde her geçen gün masif ahşabın değeri artarken aynı zamanda masif ahşaba olan talebinde artması, bu ihtiyacın endüstriyel plantasyon ve hızlı gelişen türleri olmazsa olmaz konuma getirmiştir. Bu süreçte, irsel ve teknolojik özellikleri zayıf gibi görünen bu türlerin katma değerli konuma getirilmesine yönelik iyileştirme prosesleri de gündeme gelmiştir. Bunların başında da termal modifikasyon ve özel kurutma yöntemleri gelmektedir.

Bütün bu süreçlerin sonunda, ülkemizde doğal veya plantasyonlar şeklinde yetişen ve bir potansiyeli olan, kızılçam, sahilçamı, çok sınırlıda olsa radiata çamı, kavak türleri ve okaliptus ağaç türlerinin endüstriye katılım potansiyeli de artmıştır. Hammaddesi alternatiflerine göre nispeten ucuz olan bu türler, geçmişte çok sınırlı şekilde kullanılırken, günümüzde yukarıda belirtilen tün kullanım yerlerinde aktif olarak değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Örneğin, kızılçam türümüz sadece ambalaj sandığı ve palet olarak değerlendirilirken, günümüzde yapıda katma değerli ahşap yapı ürünlerinde öne çıkmaya başlamıştır. Diğer yandan teknolojik özellikleri ve stabilitesi zayıf gibi görünen kavak ve okaliptusun, termal modifikasyona(Thermowood prosesi) tabi tutularak özelliklerinin iyileştirilmesi ve dış mekanda yapısal amaçlı kullanımına dönük uğraşlar verilmektedir. Bu arada, OGM'nin 2013-2023 vizyonunda endüstriyel plantasyona dahil edilen dişbudağın, ülkemizde termal modifikasyon işlemi sonrası, modern ve lüks yapılarda dış mekan malzemesi olarak kullanımı tamamen oturmuş ve bu ağaç türünün yıllık tüketimi çok önemli rakamlara yükselmiş ve aynı zamanda büyük miktarlarda thermowoodlu dişbudak ahşap ürünler yurt dışına ihraç edilebilmektedir. Ama halen bu ağaç türünün ülkemiz ormanlarından sağlanması sınırlı kaldığından yurt dışından ithal edilerek işlenmektedir. Aynı değerlendirme imkanların hızlı gelişen diğer türlerimiz, özellikle kavak ve okaliptus içinde geçerli olduğunu söylemek zor değildir. Önemli olan bu ağaç türlerine olan talep arttığında yeterli arzı ve düzenli sirkülasyonu sağlayabilmektir.

Son cümle olarak, hem hızlı gelişen tür olması ve hem de teknolojik özelliklerinin çok zayıf olmaması nedeniyle, okaliptus ağaç türüne odaklı yapılan ulusal sempozyumun (Yılmaz ve ark, 2008) sonunda ortaya konan sonuç bildirgesinden önemli olduğu düşünülen birkaç noktayı burada belirtmek yararlı olacaktır;

"Ülkemizde artan nüfus ve yükselen refah düzeyine bağlı olarak, odun hammaddesine duyulan talep giderek artacaktır. Bu talebin karşılanabilmesi, doğal ormanlarımızın korunabilmesi ve sürdürülebilir ormancılık için, hızlı gelişen yerli ve yabancı türlerle endüstriyel ağaçlandırmaların kurulması bir zorunluluktur. Tarsus-Karabucak'ta 1939 yılından beri, ağaçlandırma uygulamaları başarıyla devam eden okaliptüs türleri, ekolojik koşullara uyumu ve yüksek artımıyla ağaçlandırmalarda öncelikle ele alınması gereken türler arasındadır. Türkiye'nin verimli ormanları yaklaşık 3 m3 /ha yıllık artım gücüne sahip iken, bu miktar ülkemiz koşullarına en iyi uyum gösteren E.camaldulensis ve E.grandis türlerinde yapılan ıslah çalışmaları sonunda yaklaşık 50 m3 /ha yıllık artıma ulaşmıştır. Yaklaşık 20.000 ha okaliptüs ile ağaçlandırılmış sahanın bulunduğu ülkemizde, yapılan envanter çalışmalarına göre, ülkemizde okaliptüs ağaçlandırmalarına uygun potansiyel alanlar mevcut olup, bu potansiyel kullanılmalıdır. FAO kaynaklarında yer aldığı gibi, tarımı olumsuz yönde etkilemediğinden, sulanabilir tarım alanlarının %5'inde kavak ve okaliptüs ağaçlandırmalarının yapılması uygundur."

4-Kaynaklar

Anonymus,1980. Firewood Crops, Shrub and Tree Species for Energy Production. National Academy of Sciences, 237 p.

Anonymus, 2006. Orman Varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 160 s, Ankara.

Aslan S, Demetçi Y, Sözen R, İlter E, Balkız Ö. D., 2008. Okaliptüs (Eucalyptus camaldulensis Dehn.) Odununun Bazı Fiziksel, Kimyasal, Mekanik ve Anatomik Özellikleri. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, 15-17 Nisan 2008, Tarsus

Aydın, İ., Çolak, S., Çolakoğlu, G., Salih E., 2004. A Comparative Study On Some Physical And Mechanical Properties Of Laminated Veneer Lumber (LVL) Produced From Beech (*Fagus Orientalis* L.) And Eucalyptus (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) Veneers, Holz Roh Werkst 62: 218–220.

Bal, B. C., & Bektaş, I., 2012. Kayın, Kavak Ve Okaliptüs Kaplamalarından Üretilen Kontrplakların Bazı Fiziksel Özellikleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13(1), 143-149.

Bozkurt, Y., & Erdin, N., 2013). Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar, İ. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul.

Bozkurt, A. Y., & Göker, Y., 1987. Fiziksel Ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Çolak, S., Aydın, İ., Çolakoğlu, G., 2003. Okaliptüs Ağacının Farklı Yüksekliklerinden Alınan Tomruklardan Üretilmiş Kontrplakların Bazı Mekanik Özellikleri, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi, Sayı:9, 2003, Tarsus.

Gürboy, B., Özden, Ö., 1994. E.Camaldulensis Ve E. Grandis Odununun Hacim-Ağırlık Değerleri Ve Lif Morfolojisi, İÜ Orman Fakültesi Dergisi A Serisi, V:44, S:101,106

Kojima, M., Yamamoto, H., Yoshid, M., Ojio, Y., Okumura, K., 2009, Maturation Property Of Fast-Growing Hardwood Plantation Species: A View Of Fiber Length, Forest Ecology And Management 257 (2009) 15–22

Kurt, R., Mengeloğlu, F., Çavuş, V., 2008. Okaliptüs Odununun Kullanımında Yeni Alanlar. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu Bildiriler Kitabı, S:84.

Kurtoğlu, A., 2006. An Overview Of Turkish Forestry Products And Turkish Furniture Industry, Furnitürk Industry, Period 1, S.126-150.

Kurtoğlu, A., Koç, K. H., Erdinler, E. S., & Sofuoğlu, S. D., 2009. Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinin Yapısal Ve Eğitsel Sorunları, II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Ss (176-186), Isparta.

OGM, 2014;

Özkurt, A., 2002. Türkiye'deki Okaliptüs Plantasyonları: Problemler, Yönetim Ve Fırsatlar, DOA Dergisi, Sayı:8. Tarsus.

Şahin, A., 1998. Okaliptüs Odunundan Üretilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Tomruk Buharlama Süresinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Tan, H., 1999. Tarsus Karabucak Yöresi Buharlanmış Ve Buharlanmamış Okaliptüs Odununun (*E.Camaldulansis* Dehn.) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Turan, H., 1982. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmaların Tarihçesi. Ankara. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu Bildirileri, 27.

Tüfekçi, S., 2001. Odun Kömürü Ve Okaliptüs (Eucalyptus Camaldulensis Dehn.) Odun Kömürünün Özellikleri. DOA Dergisi, Sayı:7, Tarsus.

Yılmaz M., Akay A. E., Yüksel A., 2008. I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu, Bildiriler kitabı, Tarsus

Wood Database, http://www.wood-database.com/

HIZLI GELİŞEN TÜRLERİN TÜRKİYE LEVHA SEKTÖRÜ HAMMADDE KAYNAĞI OLARAK DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ

Yunus ŞAHİN, İbrahim BEKTAŞ, Hasan SERİN,
KSÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş
hasanserin@ksu.edu.tr

Özet

Son yıllarda Türkiye yonga ve lif levha vb. ürün sektörleri, üretim kapasitesi bakımından hızlı bir gelişim trendi yakalayarak, istatistik verilere göre, levha ürünleri sektöründe Dünya'da ilk beş, Avrupa'da ise ilk üç sırada yer almaktadır. Sektörün toplam kurulu kapasitesi yaklaşık 12 milyon m^3/yıl levhadır. Kapasite kullanım oranları %75-85 olarak değişmekle birlikte, üretim kapasitesi 8.5-9 milyon m^3/yıl'dır. Bu üretime karşılık fiili olarak, yaklaşık 10.5-11 milyon ton/yıl (=21–22 milyon ster/yıl) odun hammaddesine ihtiyaç duyulmaktadır. Levha sanayinin en önemli sorunlarından biri, temel hammaddesi olan lif yonga odununun yerli kaynaklardan yeterince sağlanamamasıdır. Türkiye levha sektörü halen hammadde ihtiyacının %30'unu ithalat yolu ile daha yüksek maliyetlerle dış piyasalardan karşılamaktadır. Bu nedenle, ülkemizde sektörün ihtiyacı olan lif yonga odun hammaddesi üretiminin sektör ihtiyacını karşılayacak hızlı gelişen endüstriyel türlerle karşılanması, uluslararası piyasada rekabet gücünü de artıracaktır. Bu inceleme ile söz konusu sektörün kapasitesine bağlı olarak yerli kaynaklardan temin ettiği hammadde miktarının payını artırmak amacı ile Türkiye'de yetiştirilen hızlı gelişen ağaç türlerinin bu sektörde değerlendirilme potansiyelleri ele alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda, önce levha sektörünün yıllık kapasitesine uygun hammadde ihtiyacı belirlenmiştir. Daha sonra, sektörde değerlendirilmeye uygun hızlı gelişen ağaç türlerinin sektöre yapacakları potansiyel hammadde katkıları irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hızlı gelişen ağaç türleri, levha sektörü, hammadde kaynakları*

EVALUATION OF POTENTIAL OF FAST GROWING TREE TYPES AS RAW MATERIAL SOURCE AT TURKEY BOARD SECTOR

Abstract

During the recent years, according to statistical data, the board products sector of Turkey has been situated in at top five of World and at top three of Europe in point of production capacity. Total established capacity of this sector is approximately 12 million m^3/year board. Capacity utilization rate has been changed as 75-85% and the production capacity has been 8.5-9 million m^3/year. Wood raw material is needed around 10.5-11 million tone/year. One the most important problems of the board sector is not enough raw material from our national sources. Turkey still defray the need of board sector raw material (30%) from foreign markets. For this reason if there are fast growing tree industrial types for the need of board sector raw material, competitiveness will increase at an international level. In this research, it was examined that the evaluation of potentials at this sector of fast growing tree types in Turkey for contributing the national raw material utilization. In accordance with this purpose, the need of raw material suitable for annual capacity of board sector was determined. After that, potential raw material contributes of fast growing tree types to this sector suitable for evaluation at board sector were examined.

Keywords: *Rapidly-developing tree types, board sector, raw material sources*

GİRİŞ

Türkiye orman ürünleri sanayii, imalat sanayi içinde %4'lük bir paya sahip olmasına karşın içerdiği kereste, mobilya, parke, yonga levha, kaplama, emprenye, ambalaj ve kağıt-karton gibi her biri ülke sanayi için ayrı bir önem taşıyan alt sanayi dalları ile önemli bir sektör konumundadır. Avrupa ülkelerinin büyüme hızlarında durgunluk olmasına rağmen, dünyada ve ülkemizde ekonomik büyüme hızının 2000 yılından sonra artış eğiliminde olduğu ve levha sanayi ürünlerinin kalkınan ülkelerin ekonomilerinde önemli bir yer işgal etmektedir. Bu sonuçlar göz önüne alınırsa, levha sanayiinin önemi daha iyi anlaşılabilir.

FAO tarafından 1970 yılında yapılan Hızlı Gelişen Tür tanımlaması; "En uygun yetişme ortamlarında, en uygun kültür yöntemlerinin kullanılması sonucunda yılda/hektarda 10 m^3'ün üzerinde dalsız ve kabuksuz hacim artımı yapabilen, ancak idare süreleri 50 yılı geçmeyen ve genellikle de 30-40 yıl idare süreleri ile işletilen türlerdir" şeklinde ifade edilmiştir. Uzun idare süreli türlerde (ladin, kayın, sarıçam,

vb.) 20 yıl, kısa idare süreli türlerde (kızıçam, kızılağaç, karaçam, vb.) ise 10 yıldır (URL-1).

Ülkemizde ilk yonga levha fabrikası 1953, lif levha fabrikası 1958 ve kaplama levha fabrikaları ise 1945 yılında özel sektör tarafından kurulmuştur (Salman, 2001) . Günümüzde levha sektöründe 25 farklı firmanın 24 yonga levha ve 16 MDF fabrikası bulunmaktadır. Lif levha sektöründeki fabrikaların büyük bölümü kuru yöntemle üretim yapmaktadır. Bunlardan yaş yöntemle çalışanlar sert lif levha üretirken, kuru yöntemle çalışanlar hem sert (HDF) hem de orta sert lif levha (MDF) üretimi gerçekleştirmektedir. Levha sektörünün dünyadaki konumuna bakıldığında; MDF üretiminde; Avrupa´da 1., dünyada 2.sırada, Yonga levha üretiminde; Avrupa´da 3., dünyada 5.sırada, Laminat parke üretiminde; Avrupa´da 2., dünyada 3. sırada yer almaktadır (TOBB, 2015). Sektörün toplam kurulu kapasitesi (%52'si lif levha, %48'i yonga levha) yaklaşık 12 milyon m^3/yıl'dır. Kapasite kullanım oranları %75-85 olarak değişmekle birlikte, üretim kapasitesi 8.500.000-9.000.000 m^3/yıl dır. Bu üretime karşılık fiili olarak, yaklaşık 10.500.000-11.000.000 Ton/yıl=21.000.000–22.000.000 ster/yıl odun hammaddesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sektörde ana girdiler odun ve tutkal olup, diğerlerini katkı maddeleri, yakıt ve enerji oluşturmaktadır. Oransal olarak; odun %42-52, kimyasallar-tutkal %21-24, enerji %11, işletme bakım-işçilik-genel yönetim ve satış pazarlama-amortisman: %20 olarak gerçekleşmektedir (Anonim 2015).



Şekil 1. Türkiye'deki yonga levha ve lif levha fabrikaları

Levha sektöründe kullanılan hammaddeler diğer ülkelere göre pahalı olup, toplam odun hammaddesi ihtiyacının %30-35'ini ithal odun ve odun yongası (chips) ile karşılamakta ve yaklaşık yıllık 300 milyon USD ödenmektedir (URL, 2). Son yıllarda sektör ihtiyacı odunun Orman Genel Müdürlüğü'nün çalışmaları sonucu iç

kaynaklardan tedarik miktarı 2002 yılında 7 milyon m³'den, 2013 yılında 16 milyon m³'e çıkmış olmasına rağmen yeterli değildir. İhtiyaç olan hammaddenin %65-75'i yurtiçinden temin edilmektedir(Anonim 2015). Sektörün tüm ihtiyacının iç kaynaklardan sağlanabilmesi için Orman Genel Müdürlüğü çalışmaları devam etmekte ve üretim yaklaşık %41'i lif-yonga odunu (yaklaşık 6.870 bin m^3) olarak yapılmaktadır (OGM, 2016).

Levha sektörü yaklaşık 400.000 kişiye doğrudan olmak üzere toplam 1 milyon kişiye (Nakliyat, satış, hizmet vs.) istihdam sağlayan Türkiye'deki ekonomik büyüklüğü 12 milyar USD civarında olan bir konumdadır. 2023 yılı hedefi ise 25 milyar USD rakamını yakalamaktır. Sektörün 2013 yılı ihracatı 2,4 milyar USD olup, 2023 hedefi ise 8 milyar USD'dır (Anonim 2015).

Dünyanın en büyük levha üreticisi Çin Halk Cumhuriyeti'dir. Çin Halk Cumhuriyeti, dünya levha üretiminin %55'ini yapmaktadır. 2013 yılında 62,6 milyon m³ levha üreten Çin Halk Cumhuriyeti'ni sırasıyla ABD, Almanya, Brezilya ve Türkiye takip etmektedir (URL, 3). 2016 yılında Türkiye'den 108 bin m^3 kapsız MDF (2015'e göre % 21 azaldı), 428 bin m^3 kaplı MDF (2015'e göre % 16 arttı), 145 bin m^3 kapsız yonga levha (2015'e göre % 40 arttı), 424 bin m^3 kaplı yonga levha (2015'e göre % 37 arttı), 5.9 milyon m^2 laminat parke (2015'e göre % 32 arttı), 6.7 milyon adet kapı paneli (2015'e göre % 45 azaldı) ihraç edilmiştir(Güngör, 2017).



Şekil 2. Ülkemizde yer alan orman ürünleri arz-talep durumu

Ülkemizin sahip olduğu orman kaynaklarının sürdürülebilir biçimde işletilmesi ile orman endüstrisinin, ihtiyaç olduğu odun hammaddesinin karşılanması gayesiyle hazırlanan "Endüstriyel Ağaçlandırma Eylem Planı'nın (2013-2023) bu alanda bize fazla katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Metod

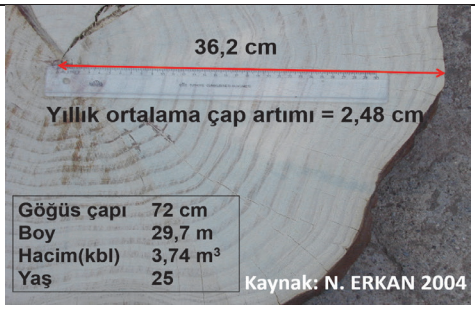
Bu çalışmada ülkemizde yetişen hızlı gelişen ağaç türleri; kızılçam, sahilçamı, radiata, kızılağaç, akçaağaç, dişbudak ve kavak materyal olarak seçilmiştir. Bu türlerin ortama yıllık artım miktarlarından yararlanılarak levha sektörünün ihtiyacı olan, yurt içinden karşılanamayan ve ithal edilen lif miktarının karşılanma potansiyeli hesaplanmıştır.

Tablo 1. Ülkemizde hızlı gelişen önemli ağaç türlerimizin alansal dağılımı (OGM, 2016)

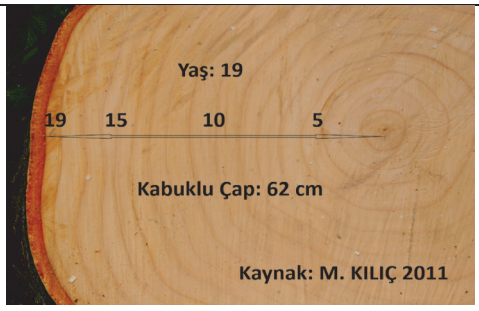
Ağaç Türü	Normal (Ha)	Bozuk (Ha)	Toplam (Ha)	Yıllık artım (m^3)	İdare Süresi (Yıl)(*)
Akçaağaç	3.439,0	2.409,0	5.848,0	-	30
Dişbudak	8.495,0	948,5	9.443,5	74.769	45
Kavak	1.870,8	4.675,7	6.546,5	16.130	8-12
Kızılağaç	99.984,4	41.134,2	141.118,6	237.730	10-20
Kızılçam	3.207.913,9	2.646.758,9	5.854.672,8	7.949.756	30
Sahil çamı	54.461,2	9106.9	63.668,1	270.678	30
P.Radiata	57,8	0.0	57,8	235	15-20
Toplam	3.366.222,1	2.705.033,2	6.081.354,8	8.549.298	

(*)Endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılan hızlı gelişen türlerde idare süresi kesim amacına göre belirlenir.

Yukarıda yer alan Tablo 1'de ülkemizde hızlı gelişen ağaç türlerimizin normal (Ha), bozuk (Ha) ve yıllık artım (m^3) olarak değerler verilmiştir. En fazla alana sahip olan kızılçam ağaç türü için toplam alan 5.854.672,8 hektardır. Bu ağaç türünde görülen yıllık artım ise 7.949.756 m^3'tür. Kızılçamı takip eden ağaç türümüz kızılağaç için toplam alan 141.118,6 hektar ve yıllık artım ise 237.730 m^3'tür. Tablo 1'de yer alan ağaç türlerin toplam sahip olduğu alan 6.081.354,8 hektar ve yıllık artım ise 8.549.298 m^3'tür. Ayrıca Tablo 1'de hızlı gelişen türlerin kesim amaçlarına göre idare süreleri de verilmiştir.



Kızılçam ortalama yıllık çap artımı



Kızılağaç yıllık çap artımı

Şekil 3. Kızılçam ve kızılağaç türlerinde görülen yıllık çap artımı

Kızılçam ve kızılağaç türlerinde görülen yıllık çap artımını bir örnek Şekil 3'te gösterilmiştir. Kızılçam türüne bakıldığında yaşı 25 olan bu ağaç türünde yıllık ortalama çap artımı 2,48 cm olarak tespit edilmiştir. Öte yandan, hızlı gelişen türlerle ilgili bölgeler bazında potansiyel endüstriyel ağaçlandırma saha miktarları Tablo 2'de verilmiştir. Kızılçam türünde en fazla Marmara bölgesi (37.659 ha), sahil çamı için Marmara bölgesi (12.575 ha), Dişbudak türü için Marmara bölgesi (3.081 ha), kavak türü için ise Marmara bölgesi (1.119 ha) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Ülkemizde hızlı gelişen türler ile ilgili potansiyel endüstriyel ağaçlandırma saha bilgileri (ha) (OGM, 2016)

AĞAÇ TÜRÜ	Marmara Bölgesi	Ege Bölgesi	Akdeniz Bölgesi	Karadeniz Bölgesi
Kızılçam	37.659	71.689	35.791	13
Sahil Çamı (pinus pinaster)	12.575	58	0	1.434
Dişbudak	3.081	0	0	313
Kavak	1.119	0	0	0
TOPLAM	54.434	71.883	36.845	1.760

Sonuç ve Öneriler

Levha Sanayinin en önemli problemi; ana hammaddesi olan odun temininin yeterli olmaması ve yurt dışına göre pahalı olmasıdır. Bu nedenlerle, Türkiye'de odun hammaddesi üretiminin sektörün ihtiyacını karşılayacak miktarda arttırılması ve uluslararası rekabete imkân verecek fiyat seviyesine getirilmesi gerekmektedir.

İhtiyaç duyulan levha hammaddesinin hızlı gelişen türlerle karşılanması durumunda, ülke dışına döviz çıkışı azalarak cari açığın azalmasına katkı yapılacak, aynı zamanda Türkiye ormancılığında yeni bir gelir kaynağı olarak ilgili kesimlere maddi destek sağlayacaktır.

Kaynaklar

Anonim, 2015, Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, Levha Sanayii Sektör Raporu, Ankara, 44s.

Güngör, N., 2017. ürkiye Ağaç Bazlı Panel Sektöründe Dünyanın 3. büyük pazarı konumunda, https://tr.linkedin.com/pulse/türkiye-ağaç-bazlı-panel-sektöründe-dünyanın-3-büyük-pazarı-gungor. 25.10.2017

OGM, 2016. Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Üretim ve Pazarlama Faaliyetleri, OGM İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Ankara. 74s.

Salman, S., 2001. Levha Sanayi Sektör Raporu, T . C . Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar-Ge Şubesi, Ankara. 45s.

TOBB, 2015. Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2015/TÜRKİYE%20ORMAN%20ÜRÜNLERİ%20SEKTÖR%20MECLİSİ%20RAPORU%202015.pdf. 25.10.2017

URL1, http://ormuh.org.tr/arsiv/files/Orman%20Idaresi%20ve%20Planlama.pdf

URL2, Serhat, Dayanıklıoğlu, Türkiye Yonga Levha ve Lif Levha (MDF) Sektör Değerlendirmesi, http://www.orsiad.com.tr/turkiye-yonga-levha-ve-lif-levha-mdf-sektor-degerlendirmesi.html, 25.10.2017.

URL 3, Türkiye ve Dünyada Ağaç Bazlı Levha Sektörü, http://www.mobilyadergisi.com.tr/haber/turkiye-ve-dunyada-agac-bazli-levha-sektoru. 25.10.2017.

DOĞAL LİGNOSELÜLOZİK NANOMALZEMELER

Atanur SATIR[1], Zeki CANDAN[2]
[1] Orman Endüstri Yük. Müh., Orman Genel Müdürlüğü,
İç Anadolu Ormancılık Arş. Ens. Müd.
[2] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
Öğretim Üyesi
atanursatir@ogm.gov.tr

Özet

Son 20 yıllık süreçte birçok endüstri, nanobilim ve nanoteknoloji alanında yaşanan gelişmelerin sunduğu avantajlardan azami derecede faydalanmıştır. Orman ürünleri endüstrisi ise bu alandaki çalışmaları yakın bir tarihte benimsemiş ve araştırmalarını bu yönde geliştirmeye başlamıştır. Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin, sürdürülebilir, yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir olması ve toplumların petrol bazlı kaynaklara olan ihtiyacını azaltacak büyük bir potansiyele sahip olması, zamanla nanoteknoloji çalışmalarının bu alanda yoğunlaşmasına yol açmıştır. Dünya genelinde nanoteknolojinin orman ürünleri alanında kullanımına olan ilgi günden güne artmaktayken ülkemizde bu konu ile ilgili kısıtlı sayıda araştırma yapılmaktadır. Orman ürünleri alanında nanoteknoloji ile ilgili araştırmalar çoğunlukla ahşap esaslı lignoselülozik malzemeden nanomalzeme (nanoselüloz ve nanolignin) üretimi üzerine olmaktadır. Yeryüzünde en bol bulunan organik bir polimer olan selülozun, ahşap malzemenin yapısında demetler halinde bulunduğu elementer nanofibrillerden ayrıştırılması için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar arasında mekanik (homojenizasyon/parçalama) ve kimyasal ayrıştırma (asit hidrolizi) yöntemleri ağırlık kazanmaktadır. Selülozdan sonra ikinci en bol bulunan organik bir polimer olan ligninin ahşaptan ayrıştırılmasında ise yine bazı mekanik (homojenizasyon/parçalama, elektrospinning) ve kimyasal (çökelme, liyofilizasyon) yöntemlerle beraber bu iki yöntemin (alkali lignin süspansiyonunun öğütülmesi) birleşimi kullanılmaktadır. Atmosferdeki karbonu depolayıcı bir etkisi de olan ahşap malzemeden söz konusu nanomalzemelerin elde edilmesiyle beraber orman kaynaklarının yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesine katkı sunulmuş olacaktır. Birçok endüstride kullanılma potansiyeli olan katma değerli, çevreci ve sürdürülebilir ahşap esaslı nanomalzemelerin kullanımının yaygınlaşması ülke ekonomisine de olumlu bir katkı meydana getirecektir.

Anahtar kelimeler: *Orman ürünleri, Nanoteknoloji, Nanoselüloz, Nanolignin*

NATURAL LIGNOCELLULOSIC NANOMATERIALS

Abstract

In the past 20 years, many industries have benefited from the advantages provided by the developments in nanoscience and nanotechnology areas. Forest products industry, however, has recently embraced the studies in these areas and has begun to direct its research in this regard. The fact that wood and wood-based products are sustainable, renewable and recyclable and have a great potential to reduce the need of societies for petroleum-based resources has led the nanotechnology studies to center on this area over time. While the global interest in the utilization of nanotechnology in the field of forest products is gradually increasing, there are a limited number of researches being conducted on the subject in our country. The studies on nanotechnology in the field of forest products is mostly on the production of nanomaterials (nanocellulose and nanolignin) from wood-based lignocellulosic materials. Various methods have been used to separate cellulose, which is the most abundant organic polymer on earth, from the elementary nanofibrils which are located as bundles in wood material. Among these methods, mechanical (homogenization/disintegration) and chemical decomposition (acid hydrolysis) methods gain importance. For the separation of lignin, which is the second most abundant organic polymer after the cellulose, mechanical (homogenization/disintegration, electrospinning) and chemical (precipitation, freeze-drying) methods and the combination of these (grinding of alkali lignin suspension) methods are generally used. With the acquisition of the nanomaterials from wood material, which also has an effect on the storage of atmospheric carbon dioxide, there will be a huge contribution to the transformation of forest resources into high value-added products. The widespread use of value-added, environmentally friendly and sustainable wood-based nanomaterials that have a great potential to be used in many industries will also bring positive contribution to our country's economy.

Keywords: *Forest products, Nanotechnology, Nanocellulose, Nanolignin*

1. Giriş

Ahşap malzeme günümüzde çoğunlukla her ne kadar estetik görünümü için tercih ediliyor olsa bile sahip olduğu eşsiz mekanik özellikleri sayesinde masif levha, kompozit malzeme, kâğıt vb. ürünlerin üretilmesinde çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Bu bağlamda hayatımızın her anında biz fark etmesek bile kullandığımız ürünlerde yer alan bu eşsiz lignoselülozik malzeme üzerinde araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması kaçınılmaz olmaktadır. Bunun yanında dünyanın iklimsel olarak geldiği nokta göz önüne alındığında, petrol bazlı kaynakların tüketimi sonucunda hem bu kaynakların azalması hem de atmosfere salınan karbon gazı ile artış gösteren ortalama sıcaklığa karşı, yenilenebilir ve sürdürülebilir, geri dönüşümlü, karbon gazı salınımına etkisi daha düşük malzemelerin içinde ahşap malzeme önem kazanmıştır.

20'inci yüzyılın ortalarında ortaya çıkan nanoteknoloji kavramı, bulunduğumuz zaman içinde geldiği noktada değerlendirildiğinde, bu yeni nesil teknolojik gelişmenin yeni ürün ve endüstriler geliştirilmesi için çok büyük bir fırsat olduğu görülmektedir. Maddeleri atomik seviyede gözlemleyebilmek ve bu maddelerin nasıl bir yapıda olduğunu anlayabilmek, bu yapıları manipüle ederek yeni maddeler geliştirmemize olanak sağlamaktadır. Nanoteknolojinin, sadece güneş ışığı, su ve karbon dioksit kullanarak yenilenebilir bir malzeme üreten fotokimyasal fabrikalar olarak konumlandırılan ağaçlarda kullanılması ile elde edilecek selüloz ve lignin nanomalzemelerin, ambalaj sanayisinden otomotive, biyomedikal uygulamalardan ilaç taşıyıcı sistemlere, filtreleme çalışmalarından elektronik alanına kadar çok çeşitli alanlarda kullanılması gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Nanoteknolojinin ormancılık alanında kullanımının nispeten yeni olması ve bu kaynaktan elde edilebilen ahşap temelli nanomalzemelerin olağanüstü mekanik, fiziksel, termal ve elektronik özellikleri sayesinde sahip olduğu büyük potansiyel, orman endüstrisi ve malzeme alanlarında yapılacak yeni araştırmalar için ilgi çekici olmaktadır. Bilim dünyasının endüstri ile birlikte çalışarak bu potansiyeli değerlendirmesinin sonucunda, lignoselülozik nanomalzemelerin kullanıldığı alanlarda kullanımının artmasının yanı sıra başka alanlarda da kullanım olanakları geliştirilebilecektir.

2. Nanobilim ve Nanoteknoloji

2000'li yılların başından itibaren dünya genelinde nanoteknoloji ile ilgili bilimsel araştırmalar, görüntüleme teknolojilerinin de buna paralel olarak gelişmesiyle beraber büyük bir artış göstermiştir. Nanoteknoloji her ne kadar yeni bir gelişme gibi anılsa da bu teknolojinin temeli, Nobel ödüllü ünlü fizikçi Richard P.

Feynman'ın 1959 yılında Amerikan Fizik Birliği toplantısında yaptığı konuşmayla (Feynman, 1960) atılmıştır. O yıllarda, "atomların doğrudan güdümleme yoluyla yeniden düzenlenmesi" olarak ortaya konulan nanoteknoloji kavramı, literatürde ilk defa 1974 yılında NorioTaniguchi(Taniguchi, 1974) tarafından kullanılmıştır. Bu çalışmalarla birlikte, 1981 yılında taramalı tünelleme mikroskobunun (STM, scanning tunneling microscope) (Binnig & Rohrer, 1983) icat edilmesi ve ardından 1985 yılında fullerenlerin (Kroto ve diğ., 1985)bulunması nanoteknoloji için büyük dönüm noktaları olmuştur ve bu tarihten itibaren nanoteknolojiyle alakalı çalışmalar hızla artmaya başlamıştır.

Antik Yunan dilinde çok küçük anlamına gelen bir ön ek olarak kullanılan "nano" (nánnos) kelimesi, modern dünyada metrik sistemde metrenin milyarda biri (10^{-9} m) olan ölçüyü belirtmek için kullanılmaktadır. Bu anlamının dışında ise, kullanım yerine bağlı olarak nanoölçek ve nanoteknoloji ile ilgili bir anlamı ifade etmektedir. Başlı başına ayrı bir bilim dalı olmaktan ziyade, mühendislikle bütünleştirilmiş fizik, kimya, biyoloji, bilgi teknolojileri, malzeme bilimi ve diğer bilimlerin iş birliğinden oluşmakta olan nanoteknoloji, alışılagelmişin dışında malzemelerle ve yapılarla nanoölçekte (atomik ve moleküler düzeyde) ilgilenmektedir.

Nanoteknolojinin yaygınlaşması ve kullanılmasıyla beraber, nanoölçekte yeni malzemelerin ve yöntemlerin keşfedilmesinin yanı sıra bilim dünyası için yeni teorik ve pratik uygulamaların geliştirilmesi insanlık için çok farklı fırsatlar yaratacaktır. Nanoteknoloji, malzeme boyutunun küçülmesiyle elde edilen yüksek yüzey alanı-hacim oranı ve nanoölçekte hâkim kuantum fiziğinin etkisiyle, makro haldeki malzemelerden çok farklı ve kullanım alanında çeşitli özelliklere aynı anda sahip olabilen çevreci, yenilenebilir ve sürdürülebilir malzeme ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Türkiye'de nanoteknoloji çalışmaları nispeten yeni başlamış olsa da özellikle orman endüstrisi (ahşap, ahşap esaslı levha ürünleri, kompozit malzemeler, biyomalzemeler, termoset/termoplastik tutkallar, mobilya) alanındaki ilk Nanoteknoloji Laboratuvarı, devlet ve özel sektörden sağlanan 500.000 TL'nin üzerindeki proje destekleri ile İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nde kurulmuştur. Altyapı çalışmalarına 2009 yılında başlanan söz konusu laboratuvar, 2011 yılından bu yana faaliyetlerini başarıyla sürdürmektedir. Bu süre zarfında çok sayıda uluslararası yayın yapılmış, patent başvuruları gerçekleştirilmiş ve çeşitli ulusal/uluslararası ödüller alınmıştır. Diğer yandan, çok sayıda lisans, yüksek lisans ve doktora tez çalışmasına katkı sunulmuştur. Ulusal ve uluslararası bilimsel araştırmaların yanı sıra üniversite-sanayi iş birliği vizyonu ile ortak inovasyon çalışmaları da sürdürülmektedir. Bu kapsamda laboratuvarlarda yeni nesil, çevre

dostu, yüksek mukavemetli, termal stabilitesi artırılmış, inovatif malzemelerin geliştirilmesi ve mevcut malzemelerin performans özelliklerinin yükseltilmesi için çeşitli nanoteknoloji uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Böylece ahşap ve diğer yenilenebilir biyomalzemelerin istenmeyen özellikleri giderilebilmekte, mevcut özelliklerinde önemli iyileştirmeler sağlanabilmektedir.

3. Lignoselülozik Malzemeler

Her ne kadar lignoselülozik malzemelerle nanoteknolojinin arasında bir bağ olduğu anlayışı uzak bir ihtimal gibi gözükse de, bu malzemelerin temel bileşenleri olan başta selüloz ve lignin tamamıyla nanoölçekteki yapı birimlerinden oluşmaktadır. Nanoölçekteki bu malzemeler, ahşaba sahip olduğuönemli özellikler kazandırarak makro haldeki kullanımının yanı sıra nanoölçekte de çok çeşitli alanlarda kullanım imkânı sağlamaktadır. Toplumların ihtiyaçlarını karşılamak için ilk akla gelen biyokütle olan lignoselülozik nanomalzemeler, 21. yüzyılda sürdürülebilir ve yenilenebilir üretim adına kilit bir rol oynamaktadır.

3.1. Nanoselüloz

Selüloz, dünyada en çok bulunan ve biyolojik üretimi yıllık 10^{12} tondan fazla olan organik bir polimerdir. Doğada bitkilerden yosunlara, mantarlardan hayvanlara (tunicata) kadar geniş bir yelpazede bulunabilen selülozun ana kaynağı bitkiler olmaktadır. Ahşabın ise temel bileşenlerinin başında gelen selüloz, hücre çeperini oluşturan maddelerin yaklaşık %50'sini oluşturarak ahşabın karakteristikleri üzerinde en çok etkiye sahip bir bileşiktir. Ayrıca doğal bir polisakkarit olan selüloz, lineer bir yapıya sahip olup birbirini 180^{o} dönerek bağlanma vasıtasıyla tekrar eden (polimerizasyon) D-glukupiranoz halka birimlerinden meydana gelmektedir. İki adet D-glukupiranozun β-1-4-glikosidik bağ ile bağlanmasıyla oluşan 1,3 nm uzunluğundaki selobiyoz birimleri, selülozu oluşturan en küçük birimler olarak kabul edilmektedir. Kimyasal formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan selülozun polimerizasyon derecesi, odunsu hücrenin sekonder çeperinde ortalama 10.000 ve uzunluğu 5 µm olmaktadır.

Selüloz moleküllerinin karakteristik yapısının bir sonucu olarak molekül üzerinde kristal ve amorf bölgeler oluşmaktadır. Kristalit bölgede, selüloz zinciri birbirine paralel hayli düzenli bir şerit yapısındadır ve zincire sağlamlık vererek su ve benzeri çözücülerin penetrasyonunu engellemektedir. Ancak, amorf bölgede selüloz zincirleri bir düzeni takip etmeksizin dağınık bir biçimde yer almaktadır. Bu sebeple de bu bölgeye su ve benzeri çözücülerin erişimi çok daha kolay olmaktadır. Selüloz zincir moleküllerinin bir araya gelmesiyle (~36 adet) elementer fibril (1,5-3,5 nm)

adı verilen yapılar oluşmaktadır. Bu yapılar da bir araya gelerek mikrofibrilleri (10-30 nm) ve bu mikrofibriller de bir araya gelerek en son makrofibrilleri (100 nm) oluşturmaktadır.

Petrol bazlı olmayan, yenilenebilir ve sürdürülebilir malzemelere karşı gittikçe artan talebin bir sonucu olarak doğal hiyerarşik yapısı ve yarı-kristalit doğası ile dikkat çeken selülozdan, çeşitli yöntemlerle nanomalzemeler üretilebilmektedir. Bu nanomalzemelerden, homojenizasyon (Stelte & Sanadi, 2009; Zimmermann ve diğ., 2010), öğütme (Iwamoto ve diğ., 2007), dondurarak parçalama (Chakraborty ve diğ., 2005) ve mikrofluidizasyon (Johnson ve diğ., 2009; S. Wang & Cheng, 2009) gibi mekanik yöntemlerle elde edileni mikrofibrillenmiş selüloz (MFC) ve sülfirik asit (Hubbe ve diğ., 2008), hidroklorik asit (Montanari ve diğ., 2005) ve maleik asit (Filson & Dawson-Andoh, 2009) hidrolizi gibi kimyasal yöntemlerle elde edileni ise selüloz nanokristal (CNC) malzeme olarak isimlendirilmektedir. Selüloz, lignoselülozik maddeden yukarıdan-aşağıya metotlarıyla üretilmesinin yanı sıra başta *Gluconacetobacter* olmak üzere *Aerobacter, Acetobacter, Achromobacter, Agrobacterium, Alacaligenes, Azotobacter, Pseudomonas, Rhizobium ve Sarcina* türü bakteriler tarafından sentezlenmektedir ve bakteriyel selüloz olarak isimlendirilmektedir.

3.2. Nanolignin

Lignin, selülozdan sonra dünyada ikinci en çok bulunan bir doğal termoplastik polimerdir. Lignin, ahşabın temel bileşenlerinden biri olup biyokütlenin, türüne bağlı olarak değişmekle beraber, yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır. Esas itibariyle fenolik bir yapıda olan lignin, bir hayli çapraz bağlanmış birbirini takip etmeyen birimlerden meydana gelmektedir ve bu sayede oldukça stabil haldedir. İzole edilmesi oldukça güç olan ligninin, tam yapısı da henüz kesin olarak bilinmemektedir. Ancak ahşapta, dokuyu oluşturan hücreler arasında orta lamelde bulunarak hücreleri birbirine bağlama ve ksileminprimer ve sekonderhücre duvarında bulunarak hücreye sertlik verme, hidrofobik (su itici) özellik kazandırma ve hücrenin basınç direncini arttırma konularında önemli bir role sahiptir.

Lignin çoğunlukla p-kumaril, koniferil ve sinapil alkolden türetilen heterojen ve kompleks bir yapıdadır. Bu alkoller veya monolignoller, ligninin monomerik birimleri olan p-hidroksifenil (H), guayasil (G) ve siringili (S) oluştururlar. Lignin makro molekülünde bu monomerik üniteler, β-O-4, 5-5, 4-O-5 ve β-β gibi çeşitli karbon-oksijen ve karbon-karbon bağları ile bağlanmaktadır. Lignin kimyasal olarak karbon, oksijen ve hidrojenden oluşmasına rağmen karbonhidrat sınıfına girmemektedir.

Ligninin kimyasal yapısında çok sayıda alifatik ve aromatik hidroksil, karbonil, karboksil gibi işlevsel grupların bulunması, bu maddenin özellikle polimer kompozit yapımında takviye elemanı olarak kullanılması yönünde ilgi çekmektedir. Ligninin kompozit malzemelerin yapımında veya diğer kullanımlarda, matris içine daha iyi dağılması için nanoparçacıklar halinde kullanılması çok daha uygun olmaktadır. Bu nanoparçacıkların üretimi, ligninin kompleks yapısından ve hücreye sıkıca kaynadığından dolayı zor olmaktadır. Ancak, nanoligninin kendiliğinden toplanmasıyla kolloid oluşturma (Qian ve diğ., 2014), kimyasal (Frangville ve diğ., 2012; Lievonen ve diğ., 2016), mekanik (Nair ve diğ., 2014) ve ultrasonikasyon (Zimniewska ve diğ., 2008; Gilca ve diğ., 2015) gibi yöntemlerle ayrıştırılması mümkün olmaktadır.

4. Lignoselülozik Nanomalzemelerin Uygulama Alanları

Petrol bazlı kaynakların artan talebe karşı azalan bir trend izlemesi ve bununla beraber artan ekolojik, sosyal ve ekonomik farkındalık, çevreyle uyumlu sürdürülebilir ve yenilenebilir malzemelerin geliştirilmesine ön ayak olmuştur. Bunun bir sonucu olarak dünyada en bol bulunan biyokütle olan, başlıca selüloz ve ligninden oluşan lignoselülozik malzemelere karşı büyük bir ilgi uyanmıştır. Nanoölçekte fibril ve kristalli yapıya sahip oluşan selüloz ve ligninin ilaç bilim, ambalaj, otomotiv, biyomedikal, elektronik vb. uygulamalarda kullanımı gün geçtikçe artmaktadır.

4.1. Tutkal ve Ahşap Levha Endüstrisindeki Uygulamaları

Ahşap kökenli malzemeler içerisinde levha ürünleri her daim en önemli ürün grubu olmuştur. Yonga levha, lif levha ve kontrplak, bu ürün grubunun en temelinde yer alan ürünler olmakta ve son zamanlarda yönlendirilmiş yonga levha (OSB) da dekoratif amaçlı ve yapısal uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır. Hem bu levha ürünlerinin üretiminde hem de mekanik özelliklerin önem kazandığı yapısal uygulamalarda çeşitli konstrüksiyonların birleştirilmesinde, odun parçacıklarının birbirine sıkıca bağlanması çok önemlidir. Bu noktada da tutkallar çok kilit bir role sahiptir. Ahşap ya da ahşaptan yapılan ürünlere karşı artan talebin sonucu olarak maliyeti düşürmek adına, sentetik yapıştırıcıların kullanım oranını da artırmıştır. En yaygın kullanılan yapıştırıcılar ise amino kökenli üre-formaldehit (UF) ve melamin-üre-formaldehit (MUF) ile fenolik kökenli fenol-formaldehit (PF) olmaktadır. Ancak son yıllarda dünya genelinde bu yapıştırıcıların kullanımına, petrol bazlı olmalarından ve bazı durumlarda (yüksek sıcaklık, nem vb.) formaldehit emisyonu yapmalarından dolayı, hem çevreye hem de sağlığa zararlı olmaları gerekçesiyle

ciddi kısıtlamalar getirilmiştir (U.S. DHSS, 1999). Bunun bir sonucu olarak üreticiler ve araştırmacılar, formaldehit kullanımını yasal sınırları içinde tutabilmek ve bunu sağlarken de aynı hatta daha iyi mekanik, termal ve fiziksel özellikleri elde edebilmek için selüloz nanomalzemelerin takviye elemanı olarak tutkalların içine katılması üzerine çalışmalar yapmaya başlanmıştır (Veigel ve diğ., 2012).

Lignoselülozik bir bitkiden elde edilen selüloznanofibriller ve üre formaldehitten oluşturan polimerik kompozit malzeme, mekanik ve termal özellikleri bakımından saf üre-formaldehitile kıyaslandığında, elde edilen polimer kompozitin mekanik özelliklerinin çok daha iyi olduğu aynı zamanda termal kararlılığının da yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Singha & Thakur, 2008).Bir başka çalışmada ise selüloz nanofibril ve selüloz nanokristal, fenol-formaldehit tutkalına katılarak hem nanomalzeme ile takviye edilmiş tutkalın hem de bu tutkalla yapıştırılmış ahşap malzemenin özelliklerine bakılmıştır (Liu ve diğ., 2014). Selüloz nanomalzemeler, yapıştırma hattında birikmesi sonucunda odun parçacıklarının birbirine daha iyi yapışmasını sağlayarak malzemenin mekanik özelliklerini ve sertliğini arttırmıştır. Bu nanomalzemeler aynı zamanda yapıştırıcının da mekanik özelliklerine üzerine pozitif bir etki yapmıştır (Liu ve diğ., 2014).

4.2. Kompozit Malzeme Uygulamaları

Günümüzde sentetik polimer esaslı malzemeler, çok çeşitli uygulamalarda hafif olmaları, yüksek mukavemetleri, üretim kolaylığı, kullanım yerine göre özelliklerinin geliştirilebilmesi, güçlü bariyer özellikleri ve düşük maliyetle üretilmeleri sayesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak bu tür malzemelerin, bazı kullanımlarda avantaj olarak sayılabilen uzun polimerizasyon zincirive kimyasal stabilitesi ile birlikte düşük yüzey alanı-hacim oranına sahip olmaları biyolojik etmenlerle bozunmasına engel olarak doğada çok uzun süre kalmalarına ve sonuçta çevre kirliliğine, yenilenebilir olmayan kaynaklardan üretilmeleri ise bu kaynakların tüketilmesine ve karbon salınımının artmasına sebep olmaktadır (Thakur, 2014). Modern toplumlarda, bu malzemelere karşı tamamıyla biyolojik etmenlerle bozunabilen veya en az bir bileşeni yenilenebilir, çevre dostu olan malzemeler büyük potansiyele sahip bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Dong ve diğ., 2017). Bunların içinde ahşabı oluşturan selüloz ve ligninin nanoölçekte polimer yapılarına uygulanmasıyla elde edilen biyolojik olarak da bozunabilen malzemeler önem kazanmaktadır.

Nanokompozit üretiminde, selüloz mikrofibril (MFC) ve selüloz nanokristal (NCC) gibi selülozik nanomalzemeler yüksek yüzey alanı ile kompozit malzeme üretiminde en sık başvurulan takviye malzemeleri olmaktadır. Tamamıyla biyolojik

bozunuma uğrayabilen nanokompozit malzeme üretiminde MFC ve NCC, yenilenebilir kaynaklardan elde edilendiğer bir polimer olanpolilaktik asitle (PLA) birlikte kullanılarak elde edilen malzemenin bariyer özelliklerinde iyileştirme (Sanchez-Garcia & Lagaron, 2010) ve depolama modülünde artış sağlamıştır (Suryanegara ve diğ., 2009). Selüloz nanokristallerin takviye elemanı olarak, bir başka biyolojik etmenlerle bozunabilen sentetik bir polimer olan poly (ε-caprolactone) (PCL) matrisinde dağılmasıyla elde edilen nanokompozit malzemenin 100ºC'a kadar bütün sıcaklıklarda mekanik özelliklerinde, saf PCL'ye göre artış meydana gelmiştir (Zoppe ve diğ., 2009). Bunun yanı sıra selüloz nanomalzemeler, biyolojik olarak bozunamayan sentetik polimerlerle de kompozit malzeme yapılmasında kullanılmaktadır. Örneğin MFC-epoksi kompozit malzeme, iyi mekanik ve termal özelliklere sahip ve esnek yapısı sayesinde, özellikle elektronik alanında kullanımı önem kazanmaya başlamıştır (Sabo ve diğ., 2012).

4.3. Kâğıt ve Ambalaj Alanındaki Uygulamaları

Ambalaj sektörü, malzeme sanayisi ve teknolojisindeki gelişmelerle birlikte tüketicinin isteklerine göre şekillenmekte olan önemli bir sektördür. Bu sektörde, kâğıt ve selülozik diğer ürünlerin yanı sıra plastik malzemeler, üstün özelliklere sahip olmaları ve çok yönlü kullanım sunabilmeleri sayesinde 20. yüzyılın ortasından itibaren çeşitli ürünlerin paketlenmesinde yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, plastik malzemelerde bulunan kimyasal bağların biyolojik yöntemlerle kırılamamasından dolayı, her yıl binlerce ton plastik atık doğada birikmekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır. Bu durum, dünya çapında ambalaj sanayisinde yer alan kurum ve kuruluşlarla beraber tüketicileri, biyo-bazlı paketleme ürünlerinin üretilmesine ve kullanılmasına itmiştir (Vilarinho ve diğ., 2017). Bu bağlamda değerlendirildiğinde doğal bir polimer olan selülozdan elde edilen paketleme ürünleri iyi bir seçenek olarak görülmektedir, fakat başta kâğıt olmak üzere, bu malzemelerin suya, yağa, neme ve oksijene karşı düşük bariyer direnci göstermesi ve zayıf mekanik özelliklere sahip olmaları ambalajlamanın kalitesini düşüren eksiklikler olmaktadır. Son dönemde nanoteknoloji ile birlikte bu eksiklikleri geliştirmek veya nanomalzemelerle ambalaj sanayisinde gerekli olan özelliklere sahip doğal yeni malzemeler üretmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Mikrofibrilleştirilmiş selüloz, selüloz nanokristal ve bakteriyel nanoselüloz gibi selülozik nanomalzemeler, yapılarındaki çok sayıda hidrojen bağları sayesinde çoğu molekülün geçemeyeceği doğal bir bariyer özelliğine sahip olup paketleme ürününün mekanik ve termal özelliklerinde artış göstermektedir. Selülozik nanomalzemelerin kullanılmasıyla paketleme ürününe bu özelliklerin yanı sıra özellikle gıda paketlemede çok önemli olan antimikrobiyal, biyolojik algılama

(gıdanın bozulup bozulmadığını) ve oksijen yakalama gibi işlevler de kazandırılabilmektedir (Vilarinho ve diğ., 2017). Bu malzemeler bütün bu avantajlarıyla beraber yeni kompozit malzemelerde dolgu malzemesi, yüzey kaplaması veya hiçbir destek malzemesine ihtiyaç duymayan ince film olarak kullanılabilmektedir (Ferrer ve diğ., 2017).

4.4. Otomotiv Alanındaki Uygulamaları

Otomotiv sektörü dünya genelinde sahip olduğu devasa bütçesiyle en önemli sektörlerden birisidir. Bu sektörün temelinde yer alan motorlu taşıtların üretiminde metal, plastik, tekstil, seramik, cam vb. çok çeşitli malzemeler, üretilen taşıtların çok farklı bölümlerinde kullanılmaktadır. Zamanla içinde çok büyük bütçelere sahip dünya çapında firmaları barındıran otomotiv sektöründe, doğaya olan zararı en aza indirgemek için otomotiv parçalarının üretiminde yukarıda bahsi geçen malzemeler yerine doğal malzemelerin veya biyo-bazlı kompozit malzemelerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle lignoselülozik bitki kökenli lignin ve selülozun doğada en çok bulunan ilk iki doğal polimerler olmaları nedeniyle, bu malzemelerden elde edilen nanomalzemelerle hem yenilenebilir hem de kullanım yerine göre uygun özelliklere modifiye edilebilen ve diğer polimer malzemelerle etkileşimi güçlü kompozit malzemeler elde edilebilmektedir.

Karbon fiber malzemeler yüksek mekanik özelliklere, düşük termal genleşme katsayısına sahip olup hafif ve esnek olması sayesinde otomotiv ve havacılık gibi sektörlerde çok geniş kullanım alanı bulmuştur (Chatterjee & Saito, 2015). Ancak petrol fiyatlarının değişken olması ve genellikle yüksek seyretmesi, sektörü karbon fiber üretiminde kullanılan petrol kökenli poliakrilonitril (PAN) yerine nanolignin gibi daha düşük maliyetli karbon kaynağı bulması yönünde itmiştir (Chatterjee & Saito, 2015). Bu malzemeler dışında ahşap-plastik kompozitlerinin (WPC), motorlu taşıtlarda daha önce çeşitli plastik malzemelerin kullanıldığı ön panel ve kapı içi kaplamaları gibi iç ortam bileşenlerinde kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Berglund & Peijs, 2010). Son zamanlarda ise mobil taşıtların tamponlarında, süspansiyon rakorlarında, araç içi paspaslarda vb. uygulamalarda kullanılan metilen bisphenylizosiyanattan (MDI) elde edilen poliüretanın hem çevreye hem de insan sağlığına verdiği zarara karşın, biyo-bazlı poliüretan üretimi ve kullanımına olan ilgi artmaya başlamıştır (Faruk ve diğ., 2014). Lignin ve selüloz nanomalzemelerin kimyasal bağ oluşturmaya eğimli yapısı sayesinde, nanoligninin reaktif dolgu malzemesi olarak (Luo ve diğ., 2013), nanoselülozun (Luo ve diğ., 2012) ve kristalit selüloz nanoparçacıklarının (Li ve diğ., 2011) ise takviye elemanı olarak kullanımı ile sentetik yerine doğal poliüretan üretimiyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

4.5. Biyomedikal Uygulamaları

Son yıllarda biyomedikal uygulamalarda doğal polimerlerin doku iskelesi, yara örtüsü gibi doku mühendisliğini ilgilendiren uygulamalar ile implant ve damar bypass malzemesi olarak kullanımı üzerine araştırmalar yoğunlaşmaya başlamıştır (Jorfi & Foster, 2015). Bu doğal polimerler arasında özellikle selüloz, sürdürülebilirliği, biyolojik etmenler aracılığıyla kolayca bozunabilirliği ve bunların yanında çevreye uyumlu olması gibi avantajları sayesinde dikkat çekmekte ve araştırmacıların odak noktasında yer almaktadır. Nanoteknolojinin yaygınlaşmasıyla ortaya konulan nanoölçekteki malzemelerin, makroölçekteki malzemelere kıyasla daha fazla yüzey alanına sahip olması ve bu sayede daha fazla bağ oluşturmasıyla birlikte bağlandığı malzemeyle, özellikle biyomedikal alanda dokularla ve hücrelerle, daha güçlü bir yapı ortaya koyması gibi avantajları sayesinde ve yukarıdaki özelliklerin yanı sıra düşük maliyetli ve bağlandığı doku veya hücrelere toksisitesinin düşük olmasıyla birlikte selüloz nanomalzemeler bu alanda çok daha fazla uygulama alanında kullanılmaya başlanmıştır (Jorfi & Foster, 2015).

Çeşitli yöntemlerle elde edilen selüloz nanomalzemeler arasında, *Gluconacetobacter, Acetobacter, Agrobacterium, Achromobacter, Aerobacter, Sarcina, Azobacter, Rhizobium, Pseudomonas, Salmonella*ve*Alcaligenes*gibi bakteri kültürleri tarafından üretilen bakteriyel nanoselüloz, biyomedikal alanında en sık başvurulan selüloz bazlı malzeme olmaktadır (Picheth ve diğ., 2017). Mekanik ve kimyasal yöntemlerle lignoselülozik bitkilerden elde edilen nanoselülozla moleküler yapıları aynı, fakat fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan bakteriyel nanoselülozlar, biyomedikal uygulamalarda ki en önemli faktörlerden biri olan daha saf (amorf bölümlerden arındırılmış) ve aynı zamanda daha uzun polimerizasyon derecesine (yüksek kristalite) sahip malzemelerin kullanılacağı zamanlarda tercih edilmektedir(Chawla ve diğ., 2009).Sonuç olarak bakteriyel nanoselüloz ıslanabilirlik, yüzey elektrik yükü, hidrofilik alanların varlığı vb. uygun yüzey özellikleri ve yukarıda verilen diğer özelliklerle birlikte hem i*n vivo* (canlı içinde) hem de *in vitro* (laboratuvar ortamında) uygulamaların kalitesini ve işlevselliğini geliştirmeyi vadetmektedir (Pertile ve diğ., 2010).

4.6. Gıda Alanındaki Uygulamaları

Organik bir bileşen olan selüloz günlük hayatımızda tükettiğimiz her türlü sebze, meyve ve bunların yanında odunsu bitkilerin hücre çeperlerinde bulunarak onlara mevcut yapılarını kazandırmaktadır ve sağlamlık vererek bu yapıları korumalarını sağlamaktadır. Özellikle sebze ve meyve tüketimi ile vücuda alınan selüloz, insanlar gibi tek bölmeli mideye sahip canlılar tarafından sindirilemediği için

ve yüksek lifli yapıda olmasından dolayı diyetlik lif, yani sindirim sisteminden geçerken vücuda herhangi bir enerji katkısı olmayan ama su absorbe ederek sindirim ve boşaltım sistemlerine fayda sağlayan besinler kategorisinde yer almaktadır (Coultate, 2009). Her ne kadar selüloz direkt olarak bir besin maddesi olarak kullanılamasa bile, son zamanlarda sahip olduğu üstün kimyasal ve fiziksel özellikleri ve su ile olan ilişkisi sayesinde besin katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Besinlerde selüloz nanomalzemelerin, hidrokolloid olarak da isimlendirilen genellikle karbonhidratların kullanıldığı koyuluk düzenleyici, tat taşıyıcı ve düzenleyici veya emülgatör (doğal olarak karışmayan iki sıvının karışmasını sağlayan katkı maddesi) alanlarında düşük ya da sıfır kalorili ve doğal bir ikame katkı maddesi olarak kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır (Andrade ve diğ., 2015). Bunun yanı sıra selülozun *Acetobacterxylinum* isimli bakteri ile fermantasyonu sonucunda elde edilen bakteriyel nanoselüloz (Brown, 1886), homojenizasyon veya öğütme yöntemleri ile elde edilmiş doğal nanoselüloza göre gıda olarak tamamıyla selüloz ihtiva ettiğinden ve bakterilerin büyüme hızı kontrol edilerek üretim zamanının ve miktarının ayarlanabilir olmasından dolayı daha avantajlı bir yapıdadır (Shi ve diğ., 2014). İlk olarak Filipinlerde hindistan cevizi suyunun bu bakterilerle mayalanması sonucunda elde edilen *nata de coco* (hindistan cevizi jeli) isimli jelimsi madde, şekerlendirilerek tatlı, içecek, dondurma, puding ve meyve kokteyllerinde yaygınca kullanılmaktadır (Sharangi & Datta, 2015).

4.7. Kozmetik Alanındaki Uygulamaları

Kişisel bakım için kullanılan kozmetik ürünler geniş bir yelpazede ürün grubuna sahip olup bu sayede tüketiciye çok çeşitli çözümler sunmaktadır. Bu yüzden bu ürünler tüketicilerin günlük yaşamlarında vazgeçemediği temel bir ihtiyaç haline gelmiştir. Dünya genelinde kozmetik ürünlerin sahip olduğu pazar büyüklüğü 2005 yılında 127 milyar € iken sadece 10 sene içinde %60'lık bir büyüme oranı ile 2015 yılında 203 milyar €'ya ulaşmıştır (Statista The Statistics Portal, 2017). Bu kadar büyük market değerine ve büyüme oranına sahip olan ve rekabetçi bir sektörde firma olarak hayatta kalabilmek için üretilen kozmetik ürünlerin daha etkili çözümler sunması gerekmektedir. Her bir kozmetik ürün ve ürünü oluşturan maddeler, ciddi çalışmalar sonucunda kullanım yerinde bu etkili çözümleri sunabilmesi için formüle edilmektedir. Ancak ürünlerin satın alınmasından sonra, tüketicinin tavsiye edilen saklama koşullarına riayet edip etmediği önem kazanmaktadır. Bu yüzden olağandışı durumlarda dahi stabil kalabilen içerik maddelere sahip ürünler çok daha değerli olmaktadır. Mikrofibrilleştirilmiş selülozun (MFC) ise, MFC'in ekstrem pH noktalarında ve yüksek sıcaklıklarda bile yapısını bozmadan kalabilmesi sayesinde

(Hjørnevik, 2016)kozmetik alanında gün geçtikçe çeşitli ürün grubu içerisinde kullanımı artmaktadır.

Vücudumuzun birçok bölgesine uygulanabilen kişisel bakım ürünleri, su ile olan en basit bir münasebetimizle beraber büyük oranda akıp gitmekte ve drenaj sistemi ile doğaya karışmaktadır. Bu noktada atılması gereken en uygun adım, kişisel bakım ürünlerinde kullanılan sentetik maddeler yerine daha doğal maddelerin kullanımının yaygınlaşması olmalıdır. Selüloz nanomalzemeler ise tamamen doğal kaynaklardan elde edilebilen bir hammadde olduğundan, kişisel bakım ürünlerinde kullanılması için çok büyük avantaja sahiptir. Bunun yanı sıra, üstün su tutma kabiliyeti sayesinde farklı ürün grupları için arzu edilen akışkanlık özelliklere sahip olabilme özelliği ile bu nanomalzemeler kişisel bakım ürünleri için ön plana çıkmaktadır (Blell, 2016a). Selüloz nanomalzemeler aynı zamanda uygulandığı bölgede homojen bir yoğunluğa sahip olması ve yayılmasıyla homojenitesini korumasının yanında eşit kalınlıkta katmanlar sağlaması sayesinde, özellikle güneş kremleri gibi ürünlerde kullanımı için uygundur (Blell, 2016b). Bunun dışında selüloz nanomalzemeler, saç bakım ürünlerinde, makyaj malzemelerinde ve hatta hidrofilik özelliği sayesinde ıslak mendillerin mendil kısımlarda bile kullanıma uygun bir malzemedir (Blell, 2016b).

4.8. İlaçbilim Alanındaki Uygulamaları

Geçtiğimiz yıllarda malzeme ve kimya bilimlerinde yaşanan gelişmelere paralel olarak ilaç sanayisinde birçok ilaç taşıyıcı sistem ve yaklaşım geliştirilmektedir. Selüloz gibi doğal ve hypromellose (HPMC) gibi yarı sentetik polimerler, bu sistemlerde bugüne kadar başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Tran & Wang, 2014). İlaç taşıyıcı sistemlerde selüloz ve türevi malzemelerin kullanımının başlıca sebebi, ilaç salınım oranını kontrol ederek vücuda salınacak doğru ilaç konsantrasyonunu sağlamak olmaktadır. Selülozik nanomalzemelere olan ilgi ise son yıllarda bu tip malzemelerin vücuda zararlı olabilecek herhangi bir yan etkisi bulunmaması, biyolojik olarak vücut ile uyumlu olması, vücut dokusundan kolayca geçebilmesi ve geniş yüzey alanı sayesinde kimyasal modifikasyona uygun yapısı ile artmıştır. Özellikle kimyasal modifikasyona uğrayabilme özelliği sayesinde selüloz nanomalzemeler, vücutta belirli bölgelere bağlanarak bu bölgelerde tedavi edici maddelerin salgılanması gibi tedavi yöntemlerinde kullanılma potansiyeline sahiptir (Plackett ve diğ., 2014). Bunun yanı sıra bazı hastalıklarda (kanser veya antibiyotik tedavisi gerektiren hastalıklar) ilaçların tamamının aynı anda vücuda salgılanmasından ziyade zaman içinde verilmesi o ilaçların etkisini çok daha yukarıda tutmaktadır. Bu gibi durumlarda selülozik nanomalzemeler, hastalıklı hücreleri veya dokuları hedef alan ve ilaçların salgılanması gereken azami sürede

salgılanmasını sağlayan ilaç taşıyıcı bir sistem olarak kullanımı ile dikkat çekmektedir (Plackett ve diğ., 2014).

Selüloz malzemenin suyla olan ilişkisi sayesinde, selüloz nanomalzemeler sadece ilaç taşıma sistemlerinde değil aynı zamanda cilt yüzeyine jel olarak da uygulanmaktadır. Buna örnek olarak, bir yüzeysel anestezi maddesi, bakteriyel nanoselüloz membranı kullanılarak pH'ın 7.4 olduğu bir ortamda sahip olduğu etken maddenin (lidokain) %90 kadarını ilk 20 dakika içinde salmıştır (Trovatti ve diğ., 2011). Elde edilecek su ihtiva eden jel (hidrojel) maddeler, sadece yüzeysel işlemlerde değil diğer birçok biyomedikal uygulamalarda da kullanılabilmektedir. Ancak ilaçbilim alanı insan sağlığı açısından çok büyük bir öneme sahip olduğundan dolayı, doğal bir malzeme olan selüloz nanomalzemelerin bu alanda kullanımı ilgi çekici olsa da ilaçların moleküler düzeyde nanoselülozla olan etkileşimi ve bu etkileşimden doğabilecek ilacın etkisi azalması veya vaktinden önce salınması gibi problemler göz ardı edilmemelidir.

4.9. Çevre ve Su İşleme Alanındaki Uygulamaları

Selüloz nanomalzemelerin doğal bir polimer olması ve sergilediği olağanüstü özellikleri sayesinde çevresel kaygılar en aza indirme, su ve hava arıtma sistemlerinde membran olarak kullanılma potansiyeli oldukça yüksektir. Bu nanomalzemeler, nanoölçekte olmalarının bir avantajı olan yüksek yüzey alanı-hacim oranı sayesinde, oldukça aktif ve işlevsel yüzeylere sahiptir (Karn ve diğ., 2009). Bu işlevsel yüzeyler sayesinde, özellikle arıtma sistemlerinde, arıtılacak maddelere göre düzenlemeler yapılabilmektedir. İç içe geçmiş bir yapıda işlenmeleri, bu malzemelere aynı zamanda yüksek porozite de sağlamaktadır ve yüksek porozite sayesinde de bütün bu filtrasyon işlemleri yapılırken, arıtımı yapılan maddelerin geçirgenliği de korunmaktadır (Carpenter ve diğ., 2015). Günümüzde kullanılan filtrasyon sistemlerine kıyasla daha düşük maliyetli, çevre duyarlılığı yüksek, yüksek mekanik özellikleri ve doğal lifli yapısı sayesinde selüloz nanomalzemeler, sadece içme suyu ve hava artırma sistemlerinde değil, bunların yanı sıra su ve hava yoluyla taşınan patojenler izlenmesi ve tutulması (Zhang ve diğ., 2010; W. Wang ve diğ., 2011) gibi önemli görevlerde de kullanılmaktadır.

Selüloz nanomalzemeler (CN), yüzey alanlarının geniş olması sebebiyle diğer nanomalzemeler ve polimerler için çok uygun bir alana sahiptirler. Bu şekilde oluşturulan CN-kompozit malzemeler, hem ilave edilen polimer ya da nanomalzemenin hem de selüloz nanomalzemenin avantajlarını sergilemektedir ve bireysel olarak kullanıldıklarında ortaya çıkabilecek dezavantajlar da minimize edilmektedir. Böylece, elde edilen selüloz nanokompozitler, yukarıda verilen

alanların dışında da kullanım yeri bulmaktadır. Bu kullanımlara en iyi örnek olarak, elektrostatik yöntemle birbirine bağlanan TiO_2-CN kompozit malzemenin kullanımı ile deniz ve okyanuslardan, zaman zaman yaşanan petrol sızıntısının emilerek çevreye olan zararın en aza indirgenmesi verilebilir (Korhonen ve diğ., 2011). Aynı zamanda CN-TiO_2 kompozit malzeme, UV ışığa olan hassasiyeti sayesinde karanlıkta su itici, UV ışıma ile de su çekici bir özellik kazanmaktadır (Kettunen ve diğ., 2011) ve bu özellik sayesinde kullanımının ışığa ve zamana bağlı çeşitliliğe de sağlanmış olmaktadır. Bu sayede, doğal bir kaynak olan güneş enerjisini kimyasal olarak depolayan ve elektrik enerjisine çeviren piller üretilmektedir (Wei ve diğ., 2014). Selüloz nanokompozitler TiO_2 dışında, bazı önemli metallerle (Au, Ag, Pd, Ni, CuO vb.), nanoölçekte hazırlanan minerallerle ($CaCO_3$, SiO_2 vb.) ve diğer nano boyuttaki karbon molekülleriyle (karbonnanotüp, grafen) birlikte hazırlanarak kullanım alanlarında çevre zararı minimum, doğa dostu alternatif bir malzeme olarak kullanılmaktadır.

4.10. Elektronik Alanındaki Uygulamaları

Elektronik bileşenlerin (transistorlar, yongalar, sensörler, görüntü elemanları vb.) dünya genelinde sahip olduğu pazar payı gün geçtikçe büyümektedir ve 2022 yılına kadar 191,2 milyar $'a ulaşması öngörülmektedir (Global Industry Analysts Inc., 2017). Bu büyümenin başlıca sebeplerinden biri, günümüzde teknolojik gelişmelerin hızlı bir şekilde yaşanmasıyla tüketici elektronik cihazlarının (cep telefonları, akıllı televizyonlar, oyun konsolları, masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar vb.) kullanım miktarının artması olmaktadır. Ancak bu artış, bu elektronik cihazların imalatında kullanılan yenilenebilir olmayan kaynakların tüketiminin artmasına ve teknolojik gelişmeler ise bu cihazların kullanım ömrünün önemli ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre dünya genelinde, özellikle cep telefonları 18 ay içinde, bilgisayarlar ise 36 ay içinde henüz kullanım ömürleri bitmemişken çöpe atılmaktadır (Robinson, 2009; Geyer & Blass, 2010). Kısalan kullanım ömrü ile atılan her bir elektronik cihaz uzun vadede doğaya büyük zararlar vermektedir (Pramila ve diğ., 2012; Kumar & Singh, 2014). Bu sorunlara çözüm olarak çevresel etkileri diğer kaynaklara göre pozitif olan, yenilenebilir ve sürdürülebilir selüloz nanomalzemeler, sahip oldukları olağanüstü özellikleriyle birlikte saydam (Nogi ve diğ., 2009; Fang ve diğ., 2014) ve esnek (Zhu ve diğ., 2013; Park ve diğ., 2016) olmaları sayesinde elektronik alanında; biyo-sensörler, enerji depolama cihazları, görüntü üniteleri, elektronik devreler, elektrotlar, süperkapasitörler vb. uygulamalarda kullanılan alternatif bir malzeme haline gelmiştir.

Selüloz nanomalzemeler, hâlihazırda esnek elektroniklerde kullanılan polimerlere, özellikle polietilen tereftalat (PET), kıyasla çok daha üstün mekanik özellikler göstermektedir (MatWeb; Siró & Plackett, 2010). Diğer organik polimerlerle veya yardımcı ürünlerle birlikte kullanımı ile bu özellikler çok daha geliştirilebilir ve selüloz nanomalzemeler, ince filmler gibi esnekliğin ön planda olduğu kullanım alanlarında hem esnek hem de daha sağlam bir malzeme olarak ön plana çıkabilir. Selüloz nanomalzemelerin aynı zamanda %90'a varan (Fukuzumi ve diğ., 2008) geçirgenliğe ve yüksek optik özelliklere sahip olmaları, onları fotovoltaik (güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirme teknolojisi) (Fang ve diğ., 2014; Preston ve diğ., 2014) uygulamalarda ve sensörlerde (Sabo ve diğ., 2016) kullanım imkânları yaratmaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra selüloz nanomalzemeler, çoğu elektronik bileşende ısı oluşumu sebebiyle önemli olan düşük ısıl genleşme katsayısı (Nishino ve diğ., 2004) ile günümüzde bu bileşenlerin imalatında kullanılan birçok malzemeye kıyasla çok büyük bir avantaj sağlamaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Orman ürünleri endüstrisi, modern toplumların her kesiminde kullanım yeri bulmuş ve vazgeçilmez hale gelmiş geniş ürün yelpazesinde üretim yapabildiği çok büyük bir doğal kaynağa sahiptir. Bu kaynaklar aynı zamanda, yenilenebilir olmayan petrol bazlı kaynaklara karşı yenilenebilir, temiz ve ucuz bir alternatif olarak sahip olduğu konumu her zaman korumaktadır. Nanobilim ve nanoteknoloji ile eşsiz mekanik, fiziksel, termal ve estetik özelliklere sahip lignoselülozik malzeme, yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülebilmektedir. Böylece, ahşabın sadece kendi endüstrisi içinde değil, diğer endüstrilerdeki talebinde de bir artış meydana gelecektir. Bu vesileyle, doğal lignoselülozik nanomalzemeler kullanım yeri bulduğu levha endüstrisi, kompozit malzeme, kâğıt, otomotiv, gıda, kozmetik, ilaçbilim, filtreleme sistemleri, biyomedikal ve elektronik alanlarında hem sosyal açıdan yeni istihdam olanakları sunacak hem de ekonomiye pozitif bir destek verecektir. Ülkemizde ise orman kaynaklarımızın yönetiminde bulunan T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, öncelikle kendi bünyesinde yer alan uygulamalarda, daha sonra ise diğer endüstrilerle birlikte gerekli atılımları yaparak lignoselülozik nanomalzemelerin kullanım alanlarını arttırmasıyla hem orman endüstrisine hem de ülke ekonomisine önemli katkı sunabilecektir.

Sanayi ve buna bağlı gelişecek ekonomi kadar önemli olan bir diğer konu ise nispeten yeni olan ve yüksek potansiyelini korumaya devam eden nanobilim ve nanoteknolojinin eğitiminin verilmesi olmaktadır. Lignoselülozik nanomalzemelerin sahip olduğu olağanüstü özellikler ve kullanım alanları düşünüldüğünde, başta Orman Fakülteleri olmak üzere ilgili diğer akademik birimlerde, nanoteknoloji ve

biyomalzemeler alanlarında araştırma ve incelemelerde bulunmak üzere mevcut altyapı imkanları arttırılmalı ve İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nde 2011 yılından beri faaliyette olan Nanoteknoloji Laboratuvarı benzeri laboratuvarlar kurularak araştırmacılar teşvik edilmelidir. Dünyada bu konu üzerinde önde gelen üniversitelerde yer aldığı üzere, benzer şekilde ülkemizde de özellikle Nanobilim ve Nanoteknoloji Mühendisliği ile Biyomalzeme Mühendisliği lisansüstü (yüksek lisans ve doktora) programları açılmalıdır. Böylece hem üniversitelerde bu nanomalzemelerin mevcut potansiyelini ileriye taşımak için Ar-Ge çalışmaları yapacak akademik personel hem de çeşitli endüstrilerde kullanım yerine göre uzmanlık isteyen konulardaki ihtiyaçlarını karşılayacak insan kaynağı yetiştirilebilir.

KAYNAKLAR

Andrade, D. R. M.; Mendonça, M. H.; Helm, C. V.; Magalhães, W. L. E.; de Muniz, G. I. B. & Kestur, S. G. (2015). Assessment of nano cellulose from peach palm residue as potential food additive: Part II: Preliminary studies. *Journal of Food Science and Technology, 52*(9), 5641-5650. doi:10.1007/s13197-014-1684-0

Berglund, L. A. & Peijs, T. (2010). Cellulose biocomposites-from bulk moldings to nanostructured systems. *MRS bulletin, 35*(3), 201-207.

Binnig, G. & Rohrer, H. (1983). Scanning tunneling microscopy. *Surface Science, 126*(1-3), 236-244.

Blell, R. (2016a). *Microfibrillated Cellulose at A Glance Characteristics and Potential Applications*.

Blell, R. (2016b) *Why will MFC show potential in cosmetic applications in 2016* [Erişim tarihi: 6 Ekim 2017]; Web adresi: http://blog.exilva.com/why-will-mfc-show-potential-in-cosmetic-applications-in-2016.

Brown, A. J. (1886). On an acetic ferment which forms cellulose. *Journal of the Chemical Society, Transactions, 49*, 432-439.

Carpenter, A. W.; de Lannoy, C.-F. & Wiesner, M. R. (2015). Cellulose nanomaterials in water treatment technologies. *Environmental science & technology, 49*(9), 5277-5287.

Chakraborty, A.; Sain, M. & Kortschot, M. (2005). Cellulose microfibrils: A novel method of preparation using high shear refining and cryocrushing. *Holzforschung, 59*(1), 102-107.

Chatterjee, S. & Saito, T. (2015). Lignin□derived advanced carbon materials. *ChemSusChem, 8*(23), 3941-3958. doi:10.1002/cssc.201500692

Chawla, P. R.; Bajaj, I. B.; Survase, S. A. & Singhal, R. S. (2009). Microbial cellulose: Fermentative production and applications. *Food Technology and Biotechnology, 47*(2), 107-124.

Coultate, T. P. (2009). *Food: The Chemistry of Its Components.* Royal Society of Chemistry. 0854041117.

Dong, X. Y.; Zhuo, X.; Wei, J.; Zhang, G. & Li, Y. F. (2017). Wood-based nanocomposite derived by in situ formation of organic-inorganic hybrid polymer within wood via a sol-gel method. *ACS Applied Materials & Interfaces, 9*(10), 9070-9078. doi:10.1021/acsami.7b01174

Fang, Z.; Zhu, H.; Yuan, Y.; Ha, D.; Zhu, S.; Preston, C.; Chen, Q.; Li, Y.; Han, X. & Lee, S. (2014). Novel nanostructured paper with ultrahigh transparency and ultrahigh haze for solar cells. *Nano Letters, 14*(2), 765-773.

Faruk, O.; Sain, M. & Farnood, R. (2014). Automotive prototype from lignin and nanocellulose enhanced polyurethane foam: Bio polyol vs synthetic polyol. Paper presented at the *Annual Technical Conference - ANTEC*.

Ferrer, A.; Pal, L. & Hubbe, M. (2017). Nanocellulose in packaging: Advances in barrier layer technologies. *Industrial crops and products, 95*, 574-582. doi:10.1016/j.indcrop.2016.11.012

Feynman, R. P. (1960). There's plenty of room at the bottom. *Caltech's Engineering and Science, 23*(5), 22-36.

Filson, P. B. & Dawson-Andoh, B. E. (2009). Sono-chemical preparation of cellulose nanocrystals from lignocellulose derived materials. *Bioresource Technology, 100*(7), 2259-2264.

Frangville, C.; Rutkevičius, M.; Richter, A. P.; Velev, O. D.; Stoyanov, S. D. & Paunov, V. N. (2012). Fabrication of environmentally biodegradable lignin nanoparticles. *ChemPhysChem, 13*(18), 4235-4243.

Fukuzumi, H.; Saito, T.; Iwata, T.; Kumamoto, Y. & Isogai, A. (2008). Transparent and high gas barrier films of cellulose nanofibers prepared by TEMPO-mediated oxidation. *Biomacromolecules, 10*(1), 162-165.

Geyer, R. & Blass, V. D. (2010). The economics of cell phone reuse and recycling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 47*(5-8), 515-525.

Gilca, I. A.; Popa, V. I. & Crestini, C. (2015). Obtaining lignin nanoparticles by sonication. *Ultrasonics sonochemistry, 23*, 369-375.

Global Industry Analysts Inc. (2017) *Electronic Components - A Global Strategic Business Report*. [Erişim tarihi: 05 Ekim 2017]; Web adresi: http://www.strategyr.com/MarketResearch/Electronic_Components_Market_Trends.asp.

Hjørnevik, M. (2016) *What is MicroFibrillated Cellulose (MFC)?* [Erişim tarihi: 6 Ekim 2017]; Web adresi: http://blog.exilva.com/what-is-microfibrillated-cellulose-mfc.

Hubbe, M. A.; Rojas, O. J.; Lucia, L. A. & Sain, M. (2008). Cellulosic nanocomposites: A review. *Bioresources, 3*(3), 929-980.

Iwamoto, S.; Nakagaito, A. N. & Yano, H. (2007). Nano-fibrillation of pulp fibers for the processing of transparent nanocomposites. *Applied Physics A: Materials Science & Processing, 89*(2), 461-466.

Johnson, R. K.; Zink-Sharp, A.; Renneckar, S. H. & Glasser, W. G. (2009). A new bio-based nanocomposite: fibrillated TEMPO-oxidized celluloses in hydroxypropylcellulose matrix. *Cellulose, 16*(2), 227-238.

Jorfi, M. & Foster, E. J. (2015). Recent advances in nanocellulose for biomedical applications. *Journal of Applied Polymer Science, 132*(14).

Karn, B.; Kuiken, T. & Otto, M. (2009). Nanotechnology and in situ remediation: A review of the benefits and potential risks. *Environmental health perspectives, 117*(12), 1813.

Kettunen, M.; Silvennoinen, R. J.; Houbenov, N.; Nykänen, A.; Ruokolainen, J.; Sainio, J.; Pore, V.; Kemell, M.; Ankerfors, M. & Lindström, T. (2011). Photoswitchable superabsorbency based on nanocellulose aerogels. *Advanced Functional Materials, 21*(3), 510-517.

Korhonen, J. T.; Kettunen, M.; Ras, R. H. A. & Ikkala, O. (2011). Hydrophobic nanocellulose aerogels as floating, sustainable, reusable, and recyclable oil absorbents. *ACS Applied Materials & Interfaces, 3*(6), 1813-1816.

Kroto, H. W.; Heath, J. R.; O'Brien, S. C.; Curl, R. F. & Smalley, R. E. (1985). C60: Buckminsterfullerene. *Nature, 318*(6042), 162-163.

Kumar, U. & Singh, D. N. (2014). Electronic waste: Concerns & hazardous threats. *International Journal of Current Engineering and Technology, 4*, 802-811.

Li, Y.; Ren, H. & Ragauskas, A. J. (2011). Rigid polyurethane foam/cellulose whisker nanocomposites: preparation, characterization, and properties. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 11*(8), 6904-6911.

Lievonen, M.; Valle-Delgado, J. J.; Mattinen, M.-L.; Hult, E.-L.; Lintinen, K.; Kostiainen, M. A.; Paananen, S.; Szilvay, G. R.; Setälä, H. & Österberg, M. (2016). A simple process for lignin nanoparticle preparation. *Green Chemistry, 18*(5), 1416-1422.

Liu, C.; Zhang, Y.; Wang, S. Q.; Meng, Y. J. & Hosseinaei, O. (2014). Micromechanical properties of the interphase in sellulose nanofiber-reinforced phenol formaldehyde bondlines. *Bioresources, 9*(3), 5529-5541.

Luo, X.; Mohanty, A. & Misra, M. (2012). Water-blown rigid biofoams from soy-based biopolyurethane and microcrystalline cellulose. *Journal of the American Oil Chemists' Society, 89*(11), 2057-2065.

Luo, X.; Mohanty, A. & Misra, M. (2013). Lignin as a reactive reinforcing filler for water-blown rigid biofoam composites from soy oil-based polyurethane. *Industrial crops and products, 47*, 13-19.

MatWeb. *Tensile Property Testing of Plastics*. [Erişim tarihi: 5 Ekim 2017]; Web adresi: http://www.matweb.com/reference/tensilestrength.aspx.

Montanari, S.; Roumani, M.; Heux, L. & Vignon, M. R. (2005). Topochemistry of carboxylated cellulose nanocrystals resulting from TEMPO-mediated oxidation. *Macromolecules, 38*(5), 1665-1671.

Nair, S. S.; Sharma, S.; Pu, Y.; Sun, Q.; Pan, S.; Zhu, J. Y.; Deng, Y. & Ragauskas, A. J. (2014). High shear homogenization of lignin to nanolignin and thermal stability of nanolignin□polyvinyl alcohol blends. *ChemSusChem, 7*(12), 3513-3520.

Nishino, T.; Matsuda, I. & Hirao, K. (2004). All-cellulose composite. *Macromolecules, 37*(20), 7683-7687.

Nogi, M.; Iwamoto, S.; Nakagaito, A. N. & Yano, H. (2009). Optically transparent nanofiber paper. *Advanced Materials, 21*(16), 1595-1598.

Park, M.; Lee, D.; Shin, S.; Kim, H.-J. & Hyun, J. (2016). Flexible conductive nanocellulose combined with silicon nanoparticles and polyaniline. *Carbohydrate Polymers, 140*, 43-50.

Pertile, R. A. N.; Andrade, F. K.; Alves, C. & Gama, M. (2010). Surface modification of bacterial cellulose by nitrogen-containing plasma for improved interaction with cells. *Carbohydrate Polymers, 82*(3), 692-698. doi:10.1016/j.carbpol.2010.05.037

Picheth, G. F.; Pirich, C. L.; Sierakowski, M. R.; Woehl, M. A.; Sakakibara, C. N.; de Souza, C. F.; Martin, A. A.; da Silva, R. & de Freitas, R. A. (2017). Bacterial cellulose in biomedical applications: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*.

Plackett, D. V.; Letchford, K.; Jackson, J. K. & Burt, H. M. (2014). A review of nanocellulose as a novel vehicle for drug delivery. *Nord Pulp Paper Research Journal, 29*(1), 105-118.

Pramila, S.; Fulekar, M. H. & Bhawana, P. (2012). E-waste- A challenge for tomorrow. *Research Journal of Recent Sciences, 2277*, 2502.

Preston, C.; Fang, Z.; Murray, J.; Zhu, H.; Dai, J.; Munday, J. N. & Hu, L. (2014). Silver nanowire transparent conducting paper-based electrode with high optical haze. *Journal of Materials Chemistry C, 2*(7), 1248-1254.

Qian, Y.; Deng, Y. H.; Qiu, X. Q.; Li, H. & Yang, D. J. (2014). Formation of uniform colloidal spheres from lignin, a renewable resource recovered from pulping spent liquor. *Green Chemistry, 16*(4), 2156-2163. doi:10.1039/c3gc42131g

Robinson, B. H. (2009). E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of the total environment, 408*(2), 183-191.

Sabo, R.; Seo, J.-H. & Ma, Z. Q. (2012). Cellulose nanofiber composite substrates for flexible electronics. Paper presented at the *TAPPI International Conference on Nanotechnology for Renewable Materials*, Canada.

Sabo, R.; Yermakov, A.; Law, C. T. & Elhajjar, R. (2016). Nanocellulose-enabled electronics, energy harvesting devices, smart materials and sensors: A review. *Journal of Renewable Materials, 4*(5), 297-312. doi:10.7569/JRM.2016.634114

Sanchez-Garcia, M. D. & Lagaron, J. M. (2010). On the use of plant cellulose nanowhiskers to enhance the barrier properties of polylactic acid. *Cellulose, 17*(5), 987-1004.

Sharangi, A. B. & Datta, S. (2015). *Value Addition of Horticultural Crops: Recent Trends and Future Directions*. Springer. 8132222628.

Shi, Z.; Zhang, Y.; Phillips, G. O. & Yang, G. (2014). Utilization of bacterial cellulose in food. *Food Hydrocolloids, 35*, 539-545.

Singha, A. S. & Thakur, V. K. (2008). Effect of fibre loading on urea-formaldehyde matrix based green composites. *Iranian Polymer Journal, 17*(11), 861-873.

Siró, I. & Plackett, D. (2010). Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review. *Cellulose, 17*(3), 459-494.

Statista The Statistics Portal. (2017) *Value of the cosmetics market worldwide from 2005 to 2015*. [Erişim tarihi: 6 Ekim 2017]; Web adresi: https://www.statista.com/statistics/585522/global-value-cosmetics-market/.

Stelte, W. & Sanadi, A. R. (2009). Preparation and characterization of cellulose nanofibers from two commercial hardwood and softwood pulps. *Industrial & Engineering Chemistry Research, 48*(24), 11211-11219.

Suryanegara, L.; Nakagaito, A. N. & Yano, H. (2009). The effect of crystallization of PLA on the thermal and mechanical properties of microfibrillated cellulose-reinforced PLA composites. *Composites Science and Technology, 69*(7), 1187-1192.

Taniguchi, N. (1974). On the basic concept of nano-technology. Paper presented at the *Proc. Intl. Conf. Prod.*, London.

Thakur, V. K. (2014). *Nanocellulose Polymer Nanocomposites: Fundamentals and Applications*. John Wiley & Sons. 1118872347.

Tran, M. & Wang, C. (2014). Semi-solid materials for controlled release drug formulation: current status and future prospects. *Frontiers of Chemical Science and Engineering, 8*(2), 225-232.

Trovatti, E.; Silva, N. H. C. S.; Duarte, I. F.; Rosado, C. F.; Almeida, I. F.; Costa, P.; Freire, C. S. R.; Silvestre, A. J. D. & Neto, C. P. (2011). Biocellulose membranes as supports for dermal release of lidocaine. *Biomacromolecules, 12*(11), 4162-4168.

U.S. DHSS. (1999). *Toxicological Profile for Formaldehyde*. Web adresi: https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp111.pdf

Veigel, S.; Rathke, J.; Weigl, M. & Gindl-Altmutter, W. (2012). Particle board and oriented strand board prepared with nanocellulose-reinforced adhesive. *Journal of Nanomaterials, 2012*, 1-8. doi:10.1155/2012/158503

Vilarinho, F.; Sanches Silva, A.; Vaz, M. F. & Farinha, J. P. (2017). Nanocellulose in green food packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-12. doi:10.1080/10408398.2016.1270254

Wang, S. & Cheng, Q. (2009). A novel process to isolate fibrils from cellulose fibers by high□intensity ultrasonication, Part 1: Process optimization. *Journal of Applied Polymer Science, 113*(2), 1270-1275.

Wang, W.; Zhang, T.-J.; Zhang, D.-W.; Li, H.-Y.; Ma, Y.-R.; Qi, L.-M.; Zhou, Y.-L. & Zhang, X.-X. (2011). Amperometric hydrogen peroxide biosensor based on the immobilization of heme proteins on gold nanoparticles–bacteria cellulose nanofibers nanocomposite. *Talanta, 84*(1), 71-77.

Wei, H.; Rodriguez, K.; Renneckar, S. & Vikesland, P. J. (2014). Environmental science and engineering applications of nanocellulose-based nanocomposites. *Environmental Science: Nano, 302*(1).

Zhang, T.; Wang, W.; Zhang, D.; Zhang, X.; Ma, Y.; Zhou, Y. & Qi, L.-M. (2010). Biotemplated synthesis of gold nanoparticle–bacteria cellulose nanofiber nanocomposites and their application in biosensing. *Advanced Functional Materials, 20*(7), 1152-1160.

Zhu, H.; Xiao, Z.; Liu, D.; Li, Y.; Weadock, N. J.; Fang, Z.; Huang, J. & Hu, L. B. (2013). Biodegradable transparent substrates for flexible organic-light-emitting diodes. *Energy & Environmental Science, 6* (7), 2105-2111.

Zimmermann, T.; Bordeanu, N. & Strub, E. (2010). Properties of nanofibrillated cellulose from different raw materials and its reinforcement potential. *Carbohydrate Polymers, 79*(4), 1086-1093.

Zimniewska, M.; Kozłowski, R. & Batog, J. (2008). Nanolignin modified linen fabric as a multifunctional product. *Molecular Crystals and Liquid Crystals, 484*(1), 43/[409]-450/[416].

Zoppe, J. O.; Peresin, M. S.; Habibi, Y.; Venditti, R. A. & Rojas, O. J. (2009). Reinforcing poly(epsilon-caprolactone) nanofibers with cellulose nanocrystals. *ACS Applied Materials & Interfaces, 1*(9), 1996-2004. doi:10.1021/am9003705

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İNOVASYON YÖNETİMİ

Sabit TUNÇEL[1*], Zeki CANDAN[2], Atanur SATIR[3]

[1] PhD. Wood Products Industry Engineer, Chamber of Forest Engineers, İstanbul, Turkey)

[2] PhD. Department of Forest Products Engineering, İstanbul University, İstanbul Turkey

[3] Forest Products Engineer (PhD. student), General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey)

[*]*sabittuncel@gmail.com*

ÖZET

Günümüzde işletmelerin gelişen teknolojiye uygun hareket etmesi mevcut rekabet ortamında ihmal edilemeyecek derecede önemlidir. İşletmelerin devamlılığı için rakiplerinden farklılaşması ve sıradanlıktan çıkması getirisini arttıracaktır. Farklılaşmanın yolu ise inovatif çalışmalara önem vermek ve bunları aktif hale getirmekle mümkün olmaktadır. İnovasyon kavramı ürün veya hizmet üretiminde farklılık yaratarak oluşturulan yenilikçi iş modeli ile işletmenin gelirinin artması hedeflenmektedir.

İnovasyon, işletmelerin rakiplerine oranla daha rekabetçi bir duruma kavuşmasına, dolayısıyla karlılığını arttırması ile birlikte rekabette üst sıralarda yer almasına etkendir.

Orman ürünleri endüstrisi kullandığı hammaddeyi belirli proseslerden geçirerek şekillendirmekte ve müşterinin kullanımına sunmaktadır. Bu süreç boyunca her aşamadaki inovatif değişim ürüne ve iş sürecine katma değer katacaktır. Bunun sürekliliğinin sağlanması ve işletmeye bu bilincin oturtulup çalışanlar tarafından içselleştirilmesi ile yönetilebilir olmalıdır.

Bu makale kapsamında inovasyon kavramının geçmişten günümüze olan algısı ve orman ürünleri endüstrisinde bulunan işletmelerimizin inovasyona yönelik çalışmalar ve sonuçları ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: *İnovasyon Yönetimi, Endüstride İnovasyon, İnovasyon Kavramı*

INNOVATION MANAGEMENT IN FOREST PRODUCTS INDUSTRY

Sabit TUNÇEL[1*], Zeki CANDAN[2], Atanur SATIR[3]

[1] PhD. Wood Products Industry Engineer, Chamber of Forest Engineers, İstanbul, Turkey)

[2] PhD. Department of Forest Products Engineering, İstanbul University, İstanbul Turkey

[3] Forest Products Engineer (PhD. student), General Directorate of Forestry, Ankara, Turkey)

[*]sabittuncel@gmail.com

ABSTRACT

Today's competitive world creates an environment that enterprises are not able to ignore the developing technologies and should comply with it. Differentiation of enterprises from competitors and being out of ordinary for their continuity increase their productivity. The differentiation becomes possible by placing importance on the innovative activities and adopting them. The concept of innovation aims to increase the income of an enterprise with an innovative business model created by making difference in the production of a product or a service.

Innovation influences enterprises to become more competitive than their competitors, thereby increasing their profitability and being placed in the top of the line.

Forest products industry brings the finished products into the use of costumers by shaping raw materials through specific processes. Innovative change at every stage of this process will create the added-value to the product and the process itself. It must be manageable by ensuring continuity of this and raising awareness of workers in an enterprise through the internalization.

In this article, we focus on the concept of innovation from the past to the present and the innovation studies and their results in enterprises in the industry of forest products.

***Keywords**: Innovation management, Innovation in Industry, Concept of Innovation*

1. İŞLETMELERDE İNOVASYON ALGISI

1.1. İnovasyon Nedir?

İnovasyon, yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet veya üretim yöntemi geliştirmek ve bunu ticari gelir elde edecek hale getirmek için yürütülen tüm süreçleri kapsayan bir yaklaşımdır.[1]

TÜBİTAK tarafından Türkçe'ye çevrilen OECDO ve Eurostat ortak yayını olan Oslo Kılavuzun da, inovasyon kelimesi şöyle tanımlanmaktadır. "Bir yenilik (inovasyon), işletme içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün (mal veya hizmet),veya süreç, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir organizasyonel yöntemin gerçekleştirilmesidir"[2]. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere inovasyon işletmenin hiçbir faaliyetinden soyutlanamayacağı gibi, tüm faaliyetleri kapsayan bütünleşik bir yaklaşımı öngörmektedir.

İnovasyon, işletmelerin sürdürülebilirliği için yeni fikir veya buluşların ticari getiriye dönüştürülmesi ile mümkündür. Yani, inovasyon yönetimi; yeni fikirlerin ortaya konulması ile başlayıp maddi kazanca dönüşmesi sürecidir.[3]

1.2. İnovasyon Gereksinimi

İşletmelerin faaliyet gösterdiği alandaki rekabet koşulları çevrenin ve teknolojinin etkisi ile sürekli değişim göstermektedir. Bu değişen ortam içerisinde yenilikçilik ve Ar-Ge işletmenin gelişimi açısından vazgeçilmez bir olgudur. Rekabette üst sıralarda olmak için sürekli dinamik olmak ve değişime odaklı çalışmalar içerisinde bulunmak başarıyı getirecektir. Kesinlikle iş yapış modeli konusunda yenilikçi arayışlar içerisinde olmak rakiplerden birçok alanda farklılaşmak beraberinde verimliliği ve başarıyı getirecektir.[4]

Geleneksel yönetim anlayışını benimsemiş işletmelerde beklenilen değişim ve yenilikçilik yönetimin ketum tutumu nedeni ile istenilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Dolayısıyla işletme zaman içerisinde rakiplerinden geride kalmakta ve pazar payını kaybetmektedir.

[1] Güven Çetin, İnovasyon Nedir?, "http://www.guvencetin.com/inovasyon" Erişim Zamanı, 02.07.2017
[2] Oslo Kılavuzu, Yenilik verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler, Ankara, 2006
[3] Erdoğan Taşkın, "Mobilya Sanayi İşletmelerinde Yenilik Yönetimi ve Süreç Yenilikçiliği İncelemesi" 14. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul,2014
[4] Selman Karayılmazlar ve Yıldız Çabuk, Gülay Şener, Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları Semineri 2, İnovasyon Kavramına Bir Bakış, s. 7-11, Eskişehir, 2007

İşletmeler Ar-Ge yapmadan, süreçlere bilgi katmadan verimliliği ve kaliteyi arttırmaları olanaksızdır. İçerisine bilgi katılmış yeni ürünler geliştirilmedikçe ticaret hacmini arttırmak mümkün değildir.

İşletmelerin daha yüksek katma değer yaratması bilgi düzeyi yüksek araştırmacı kişiliğe sahip insanlar ile mümkündür. Ancak hedef, düşük maliyetli katma değer içermeyen ürünler üretmek olunca ucuz iş gücü ve bilgi düzeyi düşük emek istihdamından ileriye gidememektedir.[5]

Ahşap sektöründeki gelişim ve değişim bu zamana kadar yapılanları örnek alma yolunu tercih etmiş veya transfer etmiştir. Bundan sonra "Taklitçi ve kopyacı üretim anlayışından yaratıcı üretim anlayışına dönüşüm gerekmektedir. Bunun için, işletme çalışanları yaratıcılık ve yenilik konularında motive edilmeli, cesaretlendirilmeli, yenilik konusunda üretken bir ortam yaratılmalıdır."[6]

2. İNOVASYON YAKLAŞIMI

2.1. İnovasyon ve AR-GE Kavramları

İşletmenin tüm süreçleri ve bunların alt süreçlerinde inovasyon olabileceği gibi toplam süreç çevriminde de inovasyon yapılabilir. İnovasyon Ar-Ge gibi düşünülmemelidir. Yapılacak araştırma için bir masraf yapmanız ve bunun sonucunda da elde edeceğinizi bilgi doğrultusunda yeni bir ürün veya hizmet ortaya çıkartmanız söz konusudur. Oysa ki; inovasyonu her alan ve her konuda yapabileceğiniz gibi mevcut bir yöntemin veya işleyişin farklılaştırılması sonucunda elde edilen kazanım inovasyondur. Burada önemli olan noktayapılan yenilik sonucunda katma değer üretildi mi ve ticari anlamda işletmeye artı değer kattı mı. Bu sorulara evet yanıtı alabiliyorsak yenilikçi bir çalışma yaptığımızı söyleyebiliriz.

OECD Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge'nin tanımı "insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalar" şeklinde verilmiştir.[7]

[5] İbrahim Kavrakoğlu, Yönetimde Devrimin Rehberi İnovasyon, Alteo Yayıncılık, s.101-102, İstanbul,2006
[6] Selman Karayılmazlar ve Yıldız Çabuk, Gülay Şener, Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları Semineri 2, İnovasyon Kavramına Bir Bakış, s. 7-11, Eskişehir, 2007
[7] Abdullah Gök, "Frascati Kılavuzu Işığında Ar-Ge" Tübitak, Ankara, 2002.

2.2. İnovasyon Alanları

İnovasyon işletmenin tüm süreçlerinde uygulanabilir, ancak bu alanlar literatürde bir birine yakın yaklaşımlarda sınıflandırma yapılmıştır. Oslo kılavuzunda bu alanlar kapsayıcı olacak şekilde dört farklı başlık altında toplanmıştır.

a- Ürün İnovasyonu: Mevcut özellikleri ve öngörülen kullanımlarına göre yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş bir mal veya hizmetin ortaya konulmasıdır.[8]Burada; ürün terimi ürün ve hizmetleri kapsayacak şekilde kullanılmıştır. Ürün veya hizmetin üretiminde süreçlerde yapılacak yenilik ya da son tüketicinin kullanımında oluşan yeniliklere kadar olan tüm akışın herhangi bir yerinde yapılacak olan inovatif çalışmayı kapsamaktadır.

Hizmet ya da ürünün sağlanma biçiminde yapılan yenilik (örneğin, verimlilik veya kapasite kullanımında), mevcut üretim modelindeki değişiklik ile sağlanıyor olmasını içerebilir. Aynı imalat modelini kullanarak yeni ilave ekipmanlar ile üretimin verimliliğini arttırmak veya farklı üretim modeli ile kapasiteyi arttırmak.

b- Süreç İnovasyonu: Yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir üretim veya teslimat yönteminin gerçekleştirilmesidir.[6]Süreçlerde yapılacak yenilikler ile birim üretim zamanı kısaltılabilir, teslimat maliyetleri düşürülebilir ya da kaliteyi arttırıcı yenilikler ile tüketici için önemli derecede kabul edilebilir farklılık yaratacak yenilikler öngörülebilir.

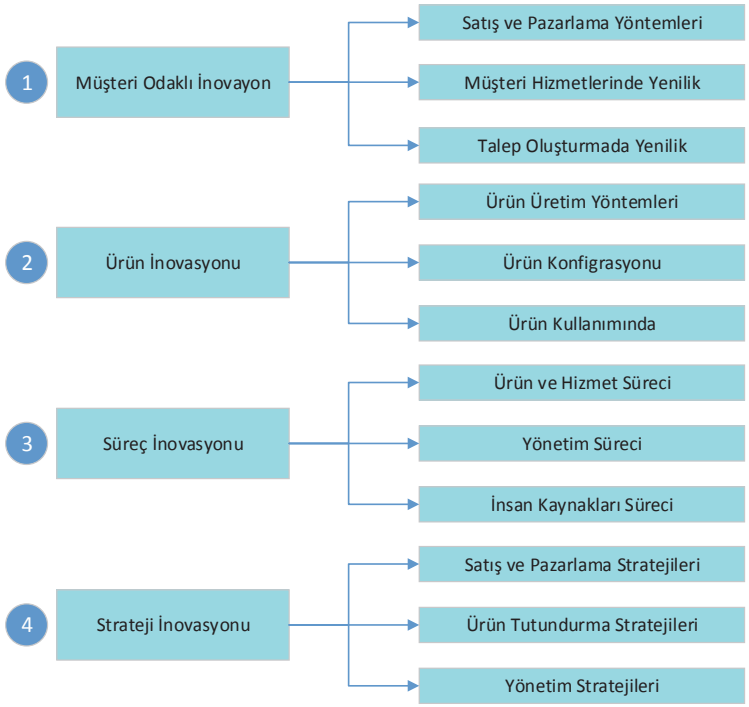
c- Pazarlama İnovasyonu: Ürünün tasarımı veya ambalajlanması, ürünün pazarda konumlandırılması, tanıtımı veya fiyatlandırılmasında önemli değişiklikleri kapsayan yeni bir pazarlama yönetmidir.[6]Firmanın satışlarını arttırmak amacı ile yeni pazarlara girmesi, farklı pazarlama stratejisi geliştirmesi, müşteri ihtiyaçlarına daha başarılı bir şekilde yanıt verebilecek yeni yöntemler geliştirmesi şeklinde düşünülebilir.

d- Organizasyonel İnovasyon: Firmanın ticari uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerinde yeni bir organizasyonel yöntem uygulamasıdır.[6]Organizasyonel yapılanmada daha önce uygulanmamış yeni bir yapının oluşturulması. Bu yapı sayesinde çalışan ve müşterilerin memnuniyetinin artması öngörmektedir.

Yukarıda kısa tanımlamaları ve kapsamı verilen inovasyon süreçlerinin sınıflandırılmasında muhtemel alt başlıklar ana temalar altında şematik olarak Şekil

[8]Oslo Kılavuzu, Yenilik verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler, s.52-55,Ankara, 2006

1'de verilmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere dört ana tema altında toplanmaktadır. Her tema kendi içerisinde kapsamlı olarak detaylandırılmıştır.

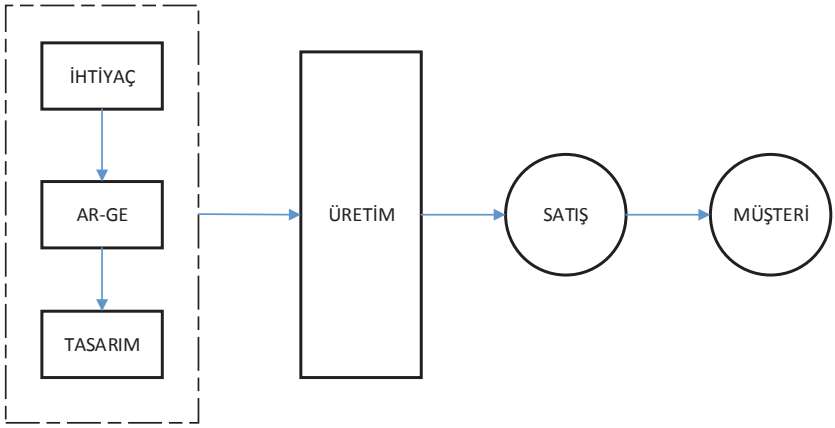


Şekil 1. İnovasyon Temaları

2.2.1. İnovasyon Etkileşimi

İnovasyonun oluşumunu tetikleyen iki farklı etkileşim söz konusudur. Bunlardan birincisi, mevcut uygulamalarda karşılanmamış ihtiyaç ve sorunlara çözüm bulma şeklinde gelişen inovasyondur.[9] Ki; bu piyasanın talebi ile oluşan inovasyondur ve piyasa çekmesi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.'de şematik olarak piyasa çekmesinin nasıl çalıştığı ile ilgili süreç verilmiştir. Buna göre LPG ile çalışan otomobillerin ortaya çıkışı bunun için güzel bir örnek teşkil etmektedir. Özellikle Türkiye'de yüksek yakıt fiyatları tüketiciyi daha uygun fiyatlı yakıta yönlendirmiş. Bunun üzerine araçlara sonradan monte edilebilir LPG ürünler çıkmıştır.

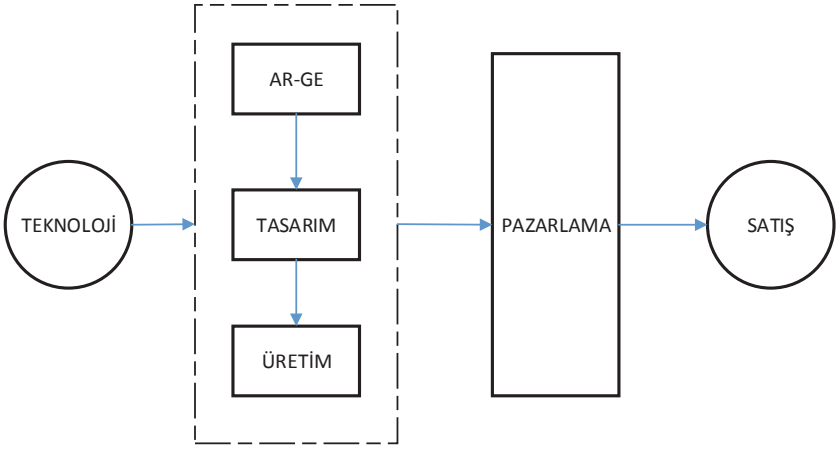
[9] Brem ve Voigt, "Integration of Market Pull And Technology Push in The Corporate Front End And Innovation Management-Insights From The German Software Industry", Technovation 29 (2009):351-367



Şekil 2. Piyasa Kaynaklı İnovasyon Süreci

Otomobiller bilindiği üzere fabrika çıkışında benzin ya da mazot ile çalışan motorlar ile çıkmaktadır. Özellikle benzinli araçların maliyetini aşağıya çekmek için takılan LPG tank ve ekipmanları ile aynı motor LPG ile çalışabilir konuma getirilmiştir.

İkincisi ise, Ar-Ge çalışmaları ile geliştirilip yeni teknoloji veya yeni bir malzemenin kullanımı ile gerçekleştirilen ve daha etkin çözümleri beraberinde getiren inovasyon yöntemidir. Bu da teknolojinin gelişimi sonucu teknoloji itmesi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.'de şematik olarak ifade edilen teknoloji itmesi ile oluşan inovasyona en güzel örnek akıllı telefonlardır.



Şekil 3. Teknoloji Kaynaklı İnovasyon Süreci

Şirketin inovasyon kapasitesi, o şirketin rekabetçiliği ile yakından ilgili bir hususdur. İşletmelerin rekabet ve inovasyon gücü, işletmenin büyüklüğü ve ihracata

yönelimine göre değişkenlik arz etmektedir.[10] Bu tanıma göre yukarıda belirtilen inovasyon süreçlerinin işleyişi sonucunda piyasadan gelen talep veya teknolojinin gelişimi ile oluşan zorunlu iyileşim, firmanın gelişimi ve devamlılığı anlamında önem kazanmaktadır. Firmanın inovasyon ortaya koyamaması neticesinde rakiplerden geride kalması ileri ki dönemlerde yok olmasına neden olacaktır. Örneğin 90'lı yıllarda çeşitli sektörlerde marka olmuş dünya çapında tanınmış bazı firmaların günümüzde piyasadan silindiği bilinmektedir.

2.3. MOBİLYA ÜRETİM İŞLETMESİNDE İNOVASYON

Türkiye mobilya endüstrisi ağırlıklı olarak geleneksel yöntemler ile çalışan atölye tipi, küçük ölçekli işletmelerin yoğunlukta olduğu bir görünüme sahiptir. Buna karşın son yıllarda orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı hızla artmaya başlamıştır. 2014 yılı SGK verilerine göre mobilya sektörü imalat sanayi içinde 20.867 işletme ile 4. sırada olup. Yarattığı 165.118 kişilik istihdam ile 7. sırada yer almaktadır. Türkiye'de 2014 yılı sonunda 19 Milyar US Doları değerinde mobilya üretiminin yapıldığı ve tüketiminde 14 milyara US Dolar olduğu tahmin edilmektedir.[11]

Avrupa Birliği Mobilya Endüstrisi son yıllarda önemli değişikliklere uğramaktadır. Bu değişim tetikleyen ana unsurlar ihracatçı yapının, kalite, tasarım ve inovasyon değerinin yükseltilmesi isteğidir.[12]

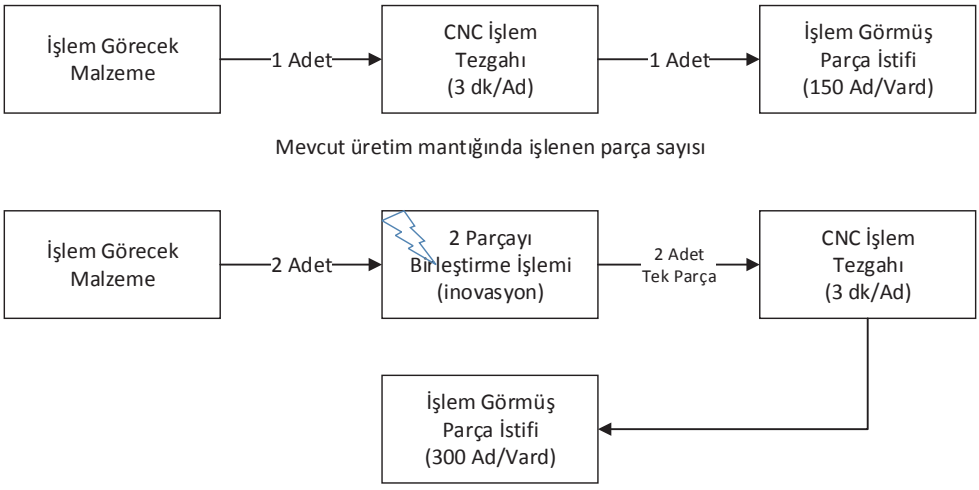
Piyasaların artan oranda globalleşmesi ve dijitalleşmesinin yanında, sadece inovasyon ve tasarıma bel bağlanması, fikri mülkiyet haklarının korunmasında yeterli olmamaktadır. Hızlı ve güçlü araştırma ve inovasyon, aynı zamanda finansal destek de gerektirmektedir. Bu bağlamda KOBİ'ler yeterli finansal güce sahip olamadıkları için inovasyon yetisi aynı oranda gelişmemektedir.

Mobilya sektöründe ihtiyaç ve sorunlara çözüm bulma sonucunda inovasyon çekmesi olarak nitelendirebileceğimiz dolap kapaklarındaki frenli menteşeleri örnek olarak verebiliriz. İlk olarak ayrı bir aparat olarak dolaplara takılan kapak fren sistemleri teknolojik gelişime paralel olarak, menteşelere entegre şekilde üretilmektedir. Yine mobilya sektöründe inovasyon itmesi olarak nitelendirebileceğimiz örnekler ise laminat parke ve çek yat olarak bilinen, kanepelerin açılıp yatak olduğu mekanizmalardır. Parke üretiminde uzun yıllar masif ahşap kullanımı kaynak kıtlığı nedeni ile yeni arayışlara sevk etmiş ve gelişen malzeme ve işleme teknolojileri ile birlikte ahşap türevi bir malzeme olan HDF ve

[10]Xiaozhi Cao, "Innovation in China's Furniture Industry", Oregon State University, OR, USA 2004
[11] Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, "2016 Mobilya Sektör Raporu", Ankara 2016
[12]European Commission, Furniture Industry, 2017, https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/forest-based/furniture_en "Ziyaret Tarihi 17.07.2017

üst yüzeyine ahşap desen verilmiş laminat parkeler üretilmiştir. Özellikle ahşap istenilen mekânlarda ise kontra malzemenin üzerine ahşap papel kaplamanın lamine edilmesi ile lamine parke kullanıma sunulmuştur.

2015 Yılında danışmanlığını yaptığımız ofis mobilyası üretimi yapan işletmede CNC yüzey işlem makinesin de yaşanan kapasite problemini çözmek üzere başlattığımız çalışma sonucunda üretim sürecindeki yeni yaklaşım ile makine kapasitesi %100 arttırılarak birim işlem zamanı kısaltılmıştır. Bu çalışmada çözüme ulaşabilmek için mevcut iş sürecinin her aşaması incelenmiş ve iyileştirmenin sürecin hangi aşamasında ne şekilde yapılabileceği üzerinde işletmedeki mühendis kadrosu ile beyin fırtınası yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda makinanın tek seferde işlediği parça sayısı geliştirilen bir yöntem ile aynı anda iki parça işleyebilir hale getirilerek kapasite 2 katına çıkarılmıştır. Şekil 4.'de mevcut durumun ve inovasyon sonrası alınan sonuç şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. CNC işlem tezgâhında inovasyon örneği

Burada ki inovasyon şartların zorlaması ile ortaya çıkmış ve inovasyon çekmesine uygun bir örnek teşkil etmektedir.

Ahşap sektöründe yapılan çalışmalara bakıldığında aslında şartların zorlaması ile yapılmış birçok inovatif çalışma var. Ancak kayıt altın alınmaması ve inovasyon kavramının sektörde tam olarak bilinmemesi nedeni ile ortaya çıkamamakta ya da inovasyon olarak adlandırılmamaktadır.

2.3.1. Mobilya Sektöründe İnovasyon'un Anlamı

Sektörün teknolojiyi dışarıdan ithal ederek makine parkuru olarak gelişimi yakından takip ediyor olması. Yalnızca makineye yatırım yapılarak gelişimi sağlamayı hedefleyen işletmelerin sayısal olarak fazla olması. Aslında sektörün gerçek gelişimi sağlayamadığını göstermektedir. Mobilya sektörünün en önemli açıklarından biri yönetimsel yapılanma konusunda çalışmaların son derece yavaş ilerlemesi. Özellikle beyaz yaka personele yatırımın son derece düşük olması mühendis istihdamının yeterli düzeyde olmaması. İnovasyon konusunda yapılabilecek çalışma veya analizleri de etkilemektedir.

Günümüzde gövde olarak oldukça büyük birçok mobilya firması var. Bu firmaları incelediğinizde birçoğunun iri birer atölye gibi yönetilmesi atıl kapasitenin oluşmasına sebebiyet vermektedir. Oysa ki mevcut kapasiteyi verimli kullanarak gereksiz makine yatırımının oluşması önlenebilir. Bunun içinde yapılması gereken en önemli çalışma yönetimsel alt yapının oluşturulmasıdır.

Sektörde inovasyon kavramının tam olarak oturmaması ve firmalarımızın ar-ge yatırımının AB ülkelerine göre düşük olması bu boşluktan kaynaklanmaktadır. Mühendislik çalışmalarının ağırlıklı olması gereken mobilya sektöründe halen daha usta inisiyatifin de yürüyen işletmelerin bir an önce bu anlayıştan kurtulması gerekmektedir. Aksi takdirde Dünya genelinde oluşan yoğun rekabet işletmelerimizi yıpratmaya devam edecektir.

2.4. SONUÇ ve ÖNERİLER

İnovasyon yönetiminin endüstriye sunduğu fırsatları doğru analiz edip değerlendirmek gerekir. Rekabette ön sıralara çıkabilmek için yenilikçi yaklaşımı benimsemek yönetimin önceliği olmalıdır. Bu konuda Sn. E.Taşkın'ın araştırmasına göre, yenilikçilik yaklaşımın mobilya üretim işletmelerinde oturabilmesi için çalışanların eğitim eksikliği olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği üzere işletmelerin inovasyon konusunda ki çalışmaları yürütebilmeleri için yönetimsel yapılarının yeniden düzenlenmesi, modern yönetim anlayışına göre şekillendirilmelidir.

Klasik yönetim anlayışından uzaklaşarak daha katılımcı bir yapıya doğru yönelmesi yenilikçi yaklaşımı tabana yayacaktır.

İnovasyon yaklaşımında tam katılımın sağlanması yeni fikirlere yönetimin açık olmasının yanı sıra. Doğru işleyen bir öneri ve performans değerlendirme sisteminin motivasyonu ve yenilikçi yaklaşımı hareketlendirecektir.

KAYNAKÇA

GÖK A., "Frascati Kılavuzu Işığında Ar-Ge" Tübitak, Ankara, 2002.

BREM, VOIGT, "Integration of Market Pull And Technology Push in The Corporate Front End And Innovation Management-Insights From The German Software Industry", Technovation 29 (2009):351-367

BALTALAR H. "Kurumsal İnovasyon ve İnovasyonun Kurumsallaşması", Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları Bildiri Kitabı, 2006, Eskişehir

ÇETİN G., İnovasyon Nedir?, "http://www.guvencetin.com/inovasyon" Erişim Tarihi, 02.07.2017

SELMAN K.,Çabuk Y.,Şener G., "İnovasyon Kavramına Bir Bakış; Türkiye'de İnovasyon", Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları Bildiri Kitabı, 2006, Eskişehir

TAŞKIN E. "Mobilya Sanayi İşletmelerinde Yenilik Yönetimi ve Süreç Yenilikçiliği İncelemesi", 14. Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiri Kitabı, S. 223-234, 3-5 Eylül 2014, İstanbul

TUNÇEL.S. "Üretim Sistemlerinde Bütünleşik Yapı ve İnovasyon" www.sabittuncel.com sitesinden alınmıştır. Erişim Tarihi 20.07.2017

KAVRAKOĞLU İ, "Yönetimde Devrimin Rehberi İnovasyon", Alteo Yayıncılık, s.101-102, İstanbul,2006

XİAOZHİ Cao, "Innovation in China's Furniture Industry", Oregon State University, OR, USA 2004

Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, "2016 Mobilya Sektör Raporu", Ankara 2016

European Commission, Furniture Industry, 2017, https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/forest-based/furniture_en Erişim Tarihi 17.07.2017

YAVUZ Ç. "İşletmelerde İnovasyon-Performans İlişkisinin İncelenmesine Dönük Bir Çalışma", Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, S.144-173, 2010

IŞIK Ö.,SATI E. "İnovasyon ve Marka Yönetimi Etkileşimi: Mobilya Sektöründe MOSDER Üyesi Frmalara Yönelik Bir Araştırma", Akademik Bakış Dergisi Sayı;38, e-dergi, Erişim Tarihi 20.07.2017

OSLO Kılavuzu "Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler", OECD ve Eurostat Ortak Yayımı, 3. Baskı, 2005

ORMAN ÜRÜNLERİ SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0

Sabit TUNÇEL[1], Zeki CANDAN[2]
[1] Dr. Müh., Orman Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Üyesi
[2] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi
sabittuncel@gmail.com

Özet

Ülkelerin birbirleriyle olan ticari entegrasyonunun yoğunlaşması, hızlı nüfus artışı, gelişen teknoloji, değişen tüketici profili ve davranışları gibi birçok faktörün sonucunda ekonomik rekabette süratli bir artış yaşanmaktadır. Bu durum, bütün sektörleri etkilediği gibi ülkemizin en önemli sanayi kollarından birisi olan orman ürünleri endüstrisini de şüphesiz yakında etkilemekte ve ilgilendirmektedir.

Günümüzde üreticiler yoğun bir şekilde ileri teknoloji makine ve teçhizat yatırımı yapmaktadır. Şirketlerin gelecek için esas olarak bu yatırımları farklı bir şekilde ele alıp "akıllı fabrika/akıllı üretim" konseptine taşımasının gereklilik olduğu düşünülmektedir.

Teknolojiyi yakından takip eden ve bu konuda yatırımlar yapan orman ürünleri sektörünün gelişimi ülke ekonomisi için önemli bir kaynaktır. Bu kaynağı daha ileriye taşımak ve global pazarda daha güçlü olabilmek için, inovasyon ve Ar-Ge'ye yönelik çalışmalar yapan işletmelerimize gereken desteği vermeli ve bu sayıyı arttırmalıyız.

Bu bildiri kapsamında orman ürünleri sanayinin güncel perspektiften görünümü ve endüstri 4.0 yaklaşımı ile yapılan çalışmalar ve ileride bu sektörümüzün nasıl şekilleneceği incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Endüstri 4.0, Orman ürünlerinde endüstri 4.0, Akıllı fabrikalar*

INDUSTRY 4.0 IN FOREST PRODUCTS INDUSTRY

Abstract

There is a rapid increase in the economic competition due to many factors such as the intensification of the commercial integration of the countries with each other, rapid population growth, developing technology and changing consumer profiles and behaviors. This situation affects all sectors as well as the forest products industry which is one of the most important industrial branches of our country.

Nowadays, the manufacturers invest heavily in high-tech machinery and equipment.It is believed that the companies need to take these investments in a different way and mainly carry the concept of "intelligent factory/intelligent production" for the future.

The development of the forest products industry, which closely follows the technology and makes investments in this field, is an important resource for the country's economy. In order to take this resource a step further and to be stronger in the global marketplace, we must support our businesses that are engaged in innovation and R&D work and increase the numbers of such.

This paper examines the status of the forest products industry and the studies done with the Industry 4.0 approach and how this industry will shape in the future.

Keywords: *Industry 4.0, Industry 4.0 in Forest Products Industry, Smart Factories*

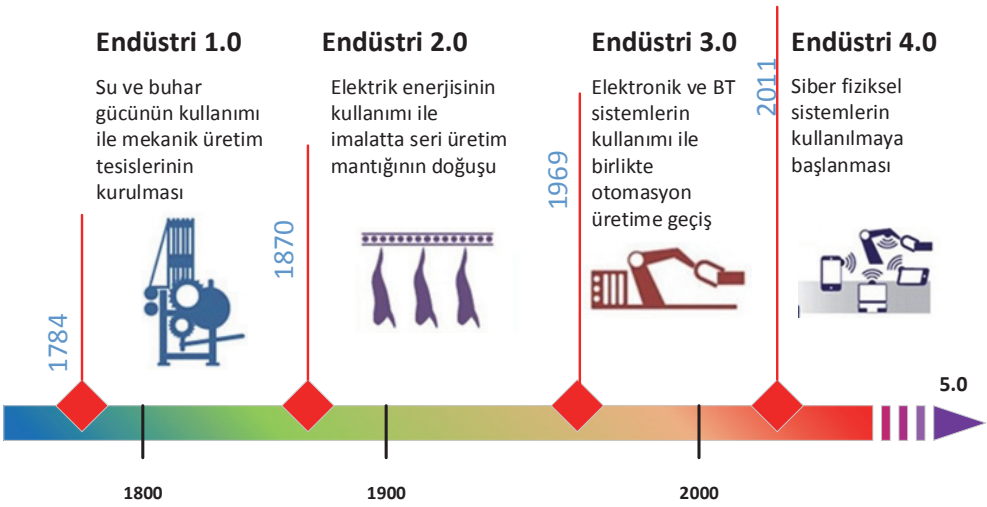
1. Endüstrinin Tarihsel Evrimi

Endüstri devrimi (industrial revolution), kas gücüne dayalı üretimden, makine gücüne dayalı üretim modeline geçiş olarak tanımlanmaktadır. Ülkelerin tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişi olarak da ifade edebileceğimiz endüstri devrimi ilk olarak su ve buhar gücünün kullanımı ile ortaya çıkmıştır18.yy.'dan itibaren İngiltere'de başlayan endüstri devrimi demir ve kömürün enerji kaynağı olarak kullanılması ile birlikte buhar makinalarının icadı ve dokuma tezgâhlarının mekanik hale gelmesi ile başlamıştır. Buharın kullanımı ile birlikte mekanik güç artmış böylece üretim küçük atölyelerden fabrikalara yönelmiştir. Bu önemli dönüşüm ekonomik, siyasal ve toplumsal anlamda ciddi dönüşümlere yol açmıştır.

Buhar gücünün demir yolu ve gemilerde kullanımı üretimin arz merkezlerini değiştirmiş, Dünyanın farklı coğrafyalarına hızlı ticaret yapılabilir duruma gelmiştir. Bu gelişim aynı zamanda üretim için gerekli olan hammadde teminin hızlandırmış bir yerde global pazarında temelleri atmıştır.

18.yy. sonları ile 19.yy. başlarında elektrik enerjisinin sanayide kullanımı ile birlikte başlayan 2. Endüstri devrimi. 1870 Yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Ohio Eyaletinin Cincinnati şehrinde ilk seri üretim hattının mezbahanelerde kurulması başlangıç kabul edilmiştir. Bu gelişim yığın üretimin ilk uygulamalarındandır. Dünya nüfusundaki hızlı artış beraberinde tüketimin artması yeni üretim anlayışı, büyük üretim tesislerinin kurulmasını sağlamıştır. Kurulan fabrikaların sürdürülebilirliği açısından çeşitli pazarlama teknikleri kullanılarak tüketim özendirilmiş. Böylece daha fazla üretim gerekliliği yaratılmıştır. Her geçen gün insan ihtiyaçlarının artması, teknolojik gelişimin buna destek olması ile birlikte toplumlar sanayileşmiştir.

Sanayinin gelişimi insan olan ihtiyacı arttırmış ve daha fazla üretim için teknolojiden faydalanma yoluna gidilmiştir. Gelişen teknolojiye paralel olarak bilişim sektöründeki ivmelenme ve bilgisayarların kullanımı ile birlikte dijital devrime geçilmiştir. 20.yy. başlarından itibaren üretim sistemlerindeki otomasyon ve bilgi teknolojilerinin kullanımı dijitalleşen veri akışı 3. Sanayi devriminin de başlangıcı olmuştur. Günümüz endüstrisinde yaygın olarak kullanılan otomasyon, bilgisayar ağları ve internet artık hayatımızın vazgeçilmezleri haline gelmiştir. Son 30 yıldaki bu hızlı gelişim günümüzde 4. Sanayi devriminin konuşulmasına kadar gelmiştir. Yıllar boyu yaşanılan tarihsel evrim **Şekil.1'de** şematik olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1. Endüstrinin Tarihsel Gelişimi

1.1. Endüstri 4.0 Kavramı

Dünya endüstrisinde ki Çin baskısı gelişmiş ülkelerin bu baskıyı aşma girişimleri, toplumsal ve politik geleceği düşünerek global pazardaki egemenliği kaybetmeme çabası. Ülkelerin yeni pazar stratejileri geliştirmelerine neden olmaktadır. Artan dünya nüfusu, kentlerin kalabalıklaşması, yaşam alanlarının daralması ve artan ihtiyaçlar insanların yaşam tarzlarını değiştirmiştir. Toplumu oluşturan bireylerin yaşamsal gereklilikler dışında ev ile iş arasında sıkışmış olması. Monotonlaşan hayatların istenmeyen travmalara neden olması gibi olumsuzluklarda göz önüne alınarak. Teknoloji tabanlı ve ağırlıklı olarak makinaların kendi kendini yönetebileceği üretim modelleri ile, akıllı şehir konseptlerinin oluşması daha insan odaklı bir yaşamıda beraberinde getireceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda 2011 yılında Hannover'de düzenlenen Hannover Messe Fuarında Alman hükümeti tarafından ileri teknolojiyi yapılandırma projesi olarak ortaya atılan Endüstri 4.0 yaklaşımı konuşulmaya başlanmıştır.

Almanya Başbakanı Angela Merkel hem 2014 yılının Ekim ayında Almanya'nın Hamburg şehrinde gerçekleştirilen Ulusal IT Zirvesi'nde hem de Davos'ta düzenlenen Dünya Ekonomik Forumu'nda endüstri 4.0'ın önemine işaret etmiştir. Almanya'da Simens'e bağlı Simatic IT'nin Almanya Amberg'de bulunan tesisleri "Endüstri 4.0 fabrikası" olarak anılmaktadır.

Mevcut üretim sisteminden Endüstri 4.0 sistemine geçişte aşılması gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Bunlar arasında bilgi güvenliğinin sağlanması önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü bu sistemde verilerin artışına paralel olarak bunların dinamik bir şekilde internet tabanlı olarak ulusal veya uluslararası aktarımı söz konusu olacaktır. Bu bağlamda büyük verinin (bigdata) bulut (cloud) sistemlerinde toplanması bilgiye ulaşım imkanlarını artırmakla beraber veri güvenliğinde de zafiyetlere neden olmaktadır. Dolayısıyla Endüstri 4.0 altyapısının kurulurken bu husus da göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanı sıra otomasyon sistemlerinin daha da artması ve robotik kontrolün sağlanması ile işsizliğin artış göstereceği endişesi meydana gelmektedir. Fakat farklı iş yapış modelleri ve insan kaynağı altyapısında yeniden yapılanmaya gidilmesi ile bu problem aşılacak hatta yeni iş alanlarında çok sayıda istihdama ihtiyaç duyulacaktır. Amerika Birleşik Devletlerinin Cincinnati şehri, kendisinin "Endüstri 4.0 Uygulama Şehri" olarak ilan etmiştir. Burada özel sektör üretiminde inovasyon ve yatırımları teşvik edilmesi amaçlanmıştır (Forbes, 2016; Endüstri 4.0 Platformu, 2017).Almanya Başbakanı Angela Merkel ülkesinin Endüstri 4.0ile ilgili yol haritasını çizmek ve yapılan çalışmaları yerinde incelemek üzere Simens'in Amberg tesislerine teknik gezi düzenlemiş ve yetkililerden bilgi almıştır.

Alman Hükümeti 2012 yılında "Yüksek Teknoloji Strateji Aksiyon Planı" çerçevesinde Endüstri 4.0 ile ilgili 200 Milyon €'luk bir fon oluşturulmasını onaylamıştır.



Şekil 2. Simens Simatic IT Tesisleri

Sanayinin ve teknolojinin gelişimi, insanlığın varoluşundan bu yana toplumların davranışları üzerinde de etkili olmuştur. İnsanların yaşam koşulları, sosyoekonomik durumları, tüketici davranışları, ihtiyaçları ve algıları belirli dönemlerde köklü değişime uğramıştır. İlk çağlarda insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için avlanmaları suretiyle beslenme ihtiyaçlarını karşılamaları gerekiyordu. Hayatta kalabilmek için aynı zamanda doğada birçok şeyin mücadelesini vermek durumundaydı. Dolayısıyla bu tolum, "Toplum 1.0" (Avcı Toplum) olarak isimlendirilmektedir. Milattan önce 13.000'de tarım/ziraat, insanların yaşamında önemli bir yer teşkil etti. Artık insanlar yerleşik nizama geçmiş bulunmaktaydı. Bu süreçteki toplum ise "Toplum 2.0" (Tarım/Ziraat Toplumu) olarak adlandırılmaktadır. Buharlı makinelerin geliştirilmesi ile fabrikalarda seri üretime geçilmiştir. Bu süreçteki topluma "Toplum 3.0" (Endüstri Toplumu) ismi verilmektedir. Şu anda içinde olduğumuz çağda teknolojinin gelişimine bağlı olarak bilgisayar ve bilgi/iletişim teknolojileri (IT) ilerlemiştir. Sürecin etkisi altında kalan insanlara ise "Toplum 4.0" (Bilgi Toplumu) denilmektedir. Bilgi teknolojilerindeki bu hızlı gelişimin, "Toplum 5.0'ı" (Süper Akıllı Toplum) doğurduğu ilk olarak Japonlar tarafından ifade edilmektedir (Realizing Society 5.0, 2017).

2. Türkiye'de Endüstri 4.0 Yaklaşımı

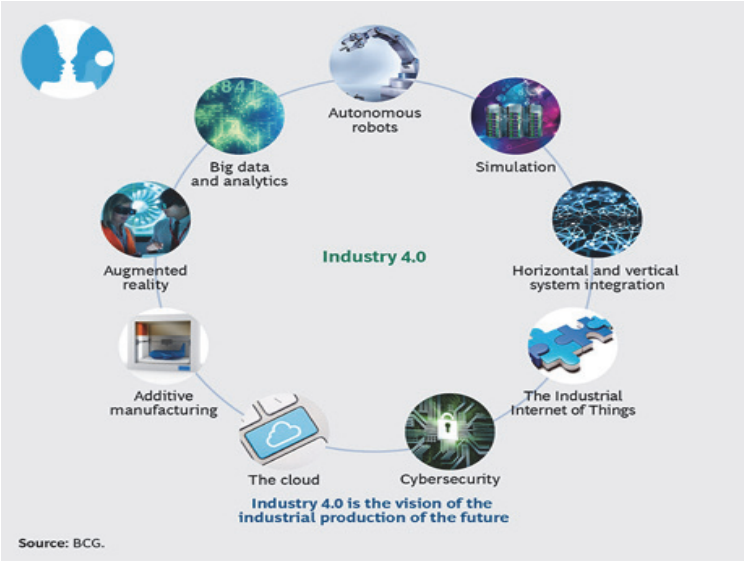
Birçok ülkenin bu konuda yaptığı ar-ge çalışmaları ile birlikte büyük bir yarışa girmiştir. Diğer endüstri devrimlerini kaçırmış olan Bu yarıştan kopmamak için ülkemizin de endüstri 4.0 yaklaşımının gelişilebilmesi ve Dünya'da söz sahibi olabilmesi için bunun Devlet politikası haline getirilmesi gerekmektedir.

Türkiye sanayisinin bir çok kolunda endüstri 4.0 konusunda yapılmış ve yapılmakta olan proje ve Ar-Ge çalışmaları olduğu bilinmektedir. Fakat bunlar henüz başlangıç aşamasında olup gelişime açık bulunmaktadır. Ülkemizde TÜSİAD bünyesinde Endüstri 4.0 Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Söz konusu grup Boston Consulting Group (BCG) ile birlikte hazırlamış olduğu kapsamlı raporunu 17 Mart 2016 tarihinde ülkemiz kamuoyu ile paylaşmıştır.

2.1. Endüstri 4.0 İle Otomasyon Sistemlerinin Farkı

Sanayimizin bir çok kolunda Endüstri 4.0 kavramı mevcutta kullanılan otomasyon ve robotik sistemler ile karıştırılmaktadır. İşlerin otomatik olarak yapılmasını sağlayan mekanizmaların (CNC, robot vb.) insan aracılığı ile devreye alınması veya devreden çıkarılması, üretim sürecinde insan faktörünün devrede olduğu sistemlere otomasyon denilmektedir. Endüstri 4.0 ise kısacası aynı sistemlerden insan faktörünün çıkarılması olarak ifade edilebilir.

Endüstri4.0 yukarıda da ifade edildiği şekli ile tüm üretim sisteminin birbiriyle dikey ve yatayda haberleşebildiği ve karar mekanizmasının siber fiziksel sistemlere bırakıldığı son derece derinliği olan bir yaklaşımdır. **Şekil 3**'te şematik olarak gösterildiği üzere ağ üzerindeki etkileşim bulut sistemler ve büyük verinin (Big Data) kullanımı ile birlikte kolay ulaşılabilir ve anlık raporlanabilir hale gelecektir.



Şekil 3. Endüstri 4.0 Makro Yapısı(Boston Consulting Group)

2.2. Orman Ürünleri Sektöründe Endüstri 4.0

Orman ürünleri sanayimizin son 30 yıldaki gelişimi ve makine parkurlarındaki yeni teknoloji kullanımı ile birlikte atölye düzeninden fabrika düzenine geçiş sağlanmıştır. CNC tezgâhlarının ve bilgisayar teknolojilerinin sektördeki kullanımı ile birlikte üretim süreçlerinde ciddi değişiklikler olmuştur. Günümüzde otomasyon sistemleri ve robotik sistemlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bunun yanı sıra ülkemizdeki büyük ölçekli orman ürünleri işletmeleri ar-ge ve tasarım merkezleri kurarak rekabette ön plana çıkmaya çalışmaktadır. Global yarışta öncü olmak isteyen bazı orman endüstri kuruluşlarının Endüstri 4.0 konusunda kafa yorduğu bilinmektedir.

Kısmen de olsa orman ürünleri alanındaki akademik birimlerde ve konferanslarda Endüstri 4.0 konusu anılmaya başlanmış olup çeşitli yayın faaliyetleri yapılmaktadır. Ülkemizde orman ürünleri endüstrisinde Endüstri 4.0 ile ilgili ilk bilimsel etkinlik TMMOB Orman Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nin koordinatörlüğünde 16 Ekim 2017 tarihinde TÜYAP Fuar ve Kongre Merkezin'de "Ahşap Endüstrisinde Gelecek Vizyonu; Endüstri 4.0" teması ile düzenlenmiştir.

2.3. Orman Ürünleri Sanayinde Uygulama Örnekleri

Lojistik konusunda yeni bir yaklaşım olan MOBİLJET firması mobilya sektöründe faaliyet gösteren şirketlere ürün depolama, dağıtım, montaj ve satış sonrası teknik servis hizmetleri sunan ve teknolojik alt yapı imkanları sunan entegre bir lojistik kuruluşudur. Sistemin tümü kuruluşun kendi özel yazılımı ile tedarik zincirinin baştan sona izlenmesini ve anlık olarak raporlanabilmesini sağlamaktadır.

Sadece ülkemizde değil Dünya da ilk olan bu uygulama sayesinde üretici firma sadece ürünü üretmeye odaklanmakta dağıtım ve montaj hizmetini ise Mobiljet Firmasından hizmet alımı olarak yapmaktadır. Böylece ihtisaslaşma sağlanmakta ve müşteri memnuniyeti yukarıya taşınmaktadır. Montaj sonrası alınan geri beslemeler üretici firma ile paylaşılarak kalite ve tasarım konusunda da iyileştirmelerin izlenebilirliğini sağlamaktadır.



Şekil 4. Mobiljet Akıllı Lojistik Sistemi

Üniversite sanayi iş birliği çerçevesinde uzun yıllar yapılan ar-ge çalışmalarının neticesinde "akıllı mobilya" konseptinde "akıllı yatak" (MedBed) ürünleri geliştirilmiştir. Bu ürünler insanların sağlıklı yaşamına katkı sunmak üzere geliştirilmiş inovatif bir çalışmanın neticesi olarak ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda ilgili ulusal ve uluslararası patentlenme çalışmaları yapılmaktadır.



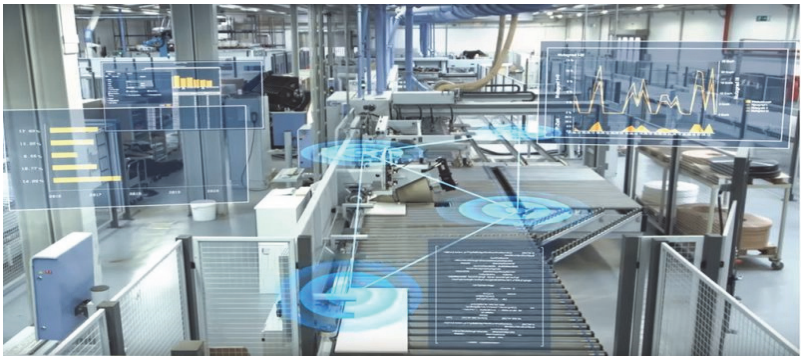
Şekil 5. MedBed Akıllı Yatak

Orman ürünleri sektöründe satış ve pazarlama konusunda yeni bir açılım olan sanal gerçeklik konusunda KRY Teknik firması çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Ticari olarak piyasada kullanılan ve hızla gelişimine devam eden sanal gerçeklik uygulaması (VR) sektördeki satış ve pazarlama argümanlarını değiştirecektir.



Şekil 6. Orman Ürünleri Sektöründe VR Uygulaması

Sanayinin genelinde gerçek anlamda tam zamanlı maliyetlendirme yapılması oldukça güçtür. Bu problemden hareketle Üniversite sanayi işbirliği ile "Akıllı Maliyetlendirme" konusunda farklı bir yazılım algoritması oluşturulmuştur. Söz konusu buluşun patentlenme çalışmaları devam etmektedir.



Şekil 7. Akıllı Maliyetlendirme Sistemi

Yukarıda belirtilen bütün bu sistemlerin diğer unsurlar ile etkileşiminin tam zamanlı sağlanması sonucu meydana gelen makro yapıyı, Endüstri 4.0 olarak ifade edebiliriz.

3. Sonuç ve Öneriler

Orman ürünleri sanayisinde oluşturulması öngörülen gelişim, iş yapış modellerini tamamen değiştirecektir. Bunun için sektörün aktörlerinin konuya önem vermesi, global pazardaki konumu güçlendireceği gibi ülkemizin ihracatında da ciddi oranda artış sağlayacaktır.

Endüstri 4.0 şüphesiz orman endüstrisinde istihdam konusunda da köklü revizyonlar yapmayı gerektirmektedir. Lise ve üniversitelerde ilgili eğitim-öğretim planlamasında değişime gidilmesinde yarar bulunmaktadır. Bu yeni akıllı ürün/akıllı imalat konseptinin bütün teknik gereksinimlerine uygun olacak şekilde müfredat organize edilmelidir. Bu çerçevede gelecekte gerekli liyakati sağlayan çok sayıda teknik eleman ve mühendise ihtiyaç duyulacaktır.



Şekil 8. Akıllı Fabrika Örneği (Germany Trade&Invest, 2014)

Sanayinin Endüstri 4.0 konseptine geçmesi yalnızca yüksek teknolojili çok sayıda makinenin tedarik edilip işletmeye kurulması ve yüksek eğitim seviyeli teknik elemanların istihdam edilmesi ile pek mümkün olamamaktadır. Bu hususta işletmenin makro yapısında hem teknik hem de yönetsel anlamda açılımlar yapılmalıdır. Burada firma sahipleri ve idarecilerine de ciddi ödevler düşmektedir.

Buna ilaveten Endüstri 4.0'ın tam anlamıyla hayata geçirilmesi için çeşitli yasal düzenlemeler de yapılmalıdır. Bu kapsamda konuyla ilintili sivil toplum kuruluşları, sektör temsilcileri, uzman akademisyenler ve kamu idarecilerinin bir araya gelerek çeşitli çalıştaylar (Örnek olarak; Milli Endüstri 4.0 Çalıştayı) düzenlemesi, çeşitli çalışma grupları oluşturup dinamik bir şekilde süreci yönetmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Sanayi Devrimi ve Sonuçları, http://www.tarihin.com/sanayi-inkilabi/sanayi-devrimi-ve-sonuclari.htmlZiyaret tarihi 02.11.2017

Sanayi Devriminin Aşamaları Nedir, http://sanayi-devriminin-asamalari.nedir.org/Ziyaret tarihi 02.11.2017

What Everyone Must Know AboutIndustry 4.0 https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must- know-about-industry-4-0/#144ae88c795fZiyaret tarihi 02.11.2017

MesSimatic IT ile Akıllı Takımhttp://www.endustri40.com/mes-simatic-it-ile-akilli-takim/Ziyaret tarihi: 02.11.2017

Boston ConsultingGroup (BCG) https://industry4magazine.com/the-beginners-guide-to-the-industry-4-0-f45b93a95649Ziyaret Tarihi 02.11.2017

RealizingSociety5.0, 2017 https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/society_5.0.pdf Ziyaret Tarihi 02.11.2017

www.ormuh.org.tr

ISBN: 978-605-01-1108-8

TMMOB
ORMAN MÜHENDİSLERİ ODASI

Beştepeler Mah. Alparslan Türkeş Cad. 31. Sok. No: 3 Yenimahalle/ANKARA
Tel: (0312) 215 00 33 pbx • Belgegeçer: (0312) 215 01 81
e-posta: ormuh@ormuh.org.tr