

Cilt: 2	No: 1-2	Aralık 2016	Vol: 2	Issue: 1-2	December 2016
		<b>Sahibi:</b> Prof. Dr. İbrahim AYDINLI Rektör	<b>Owner:</b> Prof. Dr. İbrahim AYDINLI Rector		
		<b>Genel Yayın Yönetmeni:</b> Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK Dekan	<b>General Publishing Manager:</b> Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK Dean		
		<b>Editör:</b> Doç. Dr. Sedat KELEŞ	<b>Editör:</b> Assoc. Prof. Dr. Sedat KELEŞ		
		<b>Editör Yardımcıları:</b> Doç. Dr. M. Nuri ÖNER Yrd. Doç. Dr. Yalçın KONDUR	<b>Assistant Editors:</b> Assoc. Prof. Dr. M. Nuri ÖNER Assist. Prof. Dr. Yalçın KONDUR		
<b>Danışma Kurulu / Advisory Board</b>					
Dr. Abdullah Emin AKAY		Bursa Teknik University			TURKEY
Dr Ünal AKKEMİK		İstanbul University			TURKEY
Dr. Sezgin AYAN		Kastamonu University			TURKEY
Dr. Emin Zeki BAŞKENT		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Ertuğrul BİLGİLİ		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Melih BOYDAK		Işık University			TURKEY
Dr. Serdar CARUS		Süleyman Demirel University			TURKEY
Dr. Murat DEMİR		İstanbul University			TURKEY
Dr. İlker ERCANLI		Çankırı Karatekin University			TURKEY
Dr. Sabit ERŞAHİN		Çankırı Karatekin University			TURKEY
Dr. Ceyhun GÖL		Çankırı Karatekin University			TURKEY
Dr. Ömer KARA		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Akif KETEN		Düzce University			TURKEY
Dr. Ömer KÜÇÜK		Kastamonu University			TURKEY
Dr. Ramazan ÖZÇELİK		Süleyman Demirel University			TURKEY
Dr. İbrahim ÖZDEMİR		Süleyman Demirel University			TURKEY
Dr. Sezgin ÖZDEN		Çankırı Karatekin University			TURKEY
Dr. Halil Barış ÖZEL		Bartın University			TURKEY
Dr. Atakan ÖZTÜRK		Artvin Çoruh University			TURKEY
Dr. Tolga ÖZTÜRK		İstanbul University			TURKEY
Dr. Timothy RANDHIR		University of Massachusetts			USA
Dr. Temel SARIYILDIZ		Kastamonu University			TURKEY
Dr. Yusuf SERENGİL		İstanbul University			TURKEY
Dr. Salih TERZİOĞLU		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Fahrettin TILKI		Artvin Çoruh University			TURKEY
Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU		Artvin Çoruh University			TURKEY
Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Serhat URSAVAŞ		Çankırı Karatekin University			TURKEY
Dr. Seyran PALABAŞ UZUN		Kahramanmaraş Sütçü İmam University			TURKEY
Dr. Sabri ÜNAL		Kastamonu University			TURKEY
Dr. Hakkı YAVUZ		Karadeniz Teknik University			TURKEY
Dr. Ahmet YEŞİL		İstanbul University			TURKEY
Dr. Rasoul YUSEFPOUR		University of Freiburg			GERMANY

**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian Journal  
of Forest  
Research**

**ISSN 1309-856X**

**Cilt: 2 No: 1-2 Aralık 2016**

**Vol: 2 Issue: 1-2 December 2016**

**Dizgi Sorumluları:**  
Yrd. Doç. Dr. Ender BUĞDAY  
Arş. Gör. Sinan BULUT  
Arş. Gör. Ferhat BOLAT

**Compositors:**  
Assist. Prof. Dr. Ender BUĞDAY  
Res. Assist. Sinan BULUT  
Res. Assist. Ferhat BOLAT

**Kapak Tasarımı / Cover Design**  
Ender BUĞDAY

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TURKEY  
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983  
e-mail: anatolianjfr@karatekin.edu.tr

**Bu dergi yılda iki defa yayınlanır**

**This journal is published twice a year**

Anatolian Journal of Forestry has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of Administrative Board of Çankırı Karatekin University

**Indexed and Abstracted in:**

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

► Önsöz	v
► Kayın Yaprağının Türkiye'deki Hasat Miktarları ► Harvest Amounts of the Beech Leaves in Turkey <b>Gamze TUTTU, Serhat URSAVAŞ</b>	1
► Çankırı <i>Pinus</i> spp. Orman Alanında <i>Diprion pini</i> L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin Biyolojisi ve Zarar Durumu ► Biology and Damage of <i>Diprion pini</i> L. (Hymenoptera: Diprionidae) in Çankırı <i>Pinus</i> spp. Forests <b>Ziya ŞİMŞEK, Yalçın KONDUR</b>	4
► Vezirköprü-Sarıççek Orman İşletme Şefliği Sınırları İçerisinde Yer Alan Meşcerelerin Çap Dağılımlarının 3 Parametrelili Weibull Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ile Modellenmesi ► Modelling Stand Diameter Distribution by Using 3-Parameters Weibull Probability Density Function in Sarıççek-Vezirköprü Forest Enterprise <b>İlker ERCANLI, Ferhat BOLAT, Aydın KAHRİMAN</b>	13
► Değişikyaşlı Orman Amenajman Planlamasında Bilgisayar Destekli Model ► A Computer-Based Model For Uneven-Aged Forest Management Planning <b>Sinan BULUT, Sedat KELEŞ, Alkan GÜNLÜ</b>	25
► İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu ► Rehabilitation of Semi-arid Areas in Central Anatolia <b>Nuri ÖNER, Sabit ERŞAHİN, Sezgin AYAN, Halil Barış ÖZEL</b>	32
► Jips: Özellikleri, Çevresel Davranışları ve Toprak Islah Maddesi Olarak Kullanımı ► Gypsum: Properties, environmental behavior and Its use as Soil Remediation Matter <b>Gülay KARAHAN, Sabit ERŞAHİN</b>	45
► Ormancılıkta Üretim Planlaması ve Hassas Ormancılık Anlayışı ► Harvesting Planning in Forestry and Precision Forestry Approach <b>Ender BUĞDAY</b>	54



## ÖNSÖZ

Değerli meslekdaşlarım,

Ülkemiz ormancılığının geçmişten günümüze tarihsel serüveni göz önünde bulundurulduğunda; günümüz ormancılığında ağırlıklı olarak **dar kapsamlı (biyolojik veya klasik)** ormancılık uygulamalarından, "orman kaynaklarından bir sistem anlayışı içinde topluma sürekli ve optimal olarak mal ve hizmet sunmak amacıyla yapılan biyolojik, teknik, ekonomik, yönetsel, sosyal ve kültürel çalışmaların tümünü kapsayan çok yönlü ve sürdürülebilir bir etkinlik" biçiminde de tanımlanabilen **geniş kapsamlı (çağdaş) ormancılığa** geçiş temellerinin de Cumhuriyet döneminde atıldığı pek çok bilim adamlarınca kabul edilmektedir. Buna göre Cumhuriyet döneminde, 1937 yılında çıkarılan 3116 sayılı kanunla ormanların; teknik, ekonomik, sosyal, kültürel ve estetik özelliklere sahip milli bir servet olduğu tescillenmiştir. Günümüz ormancılığının; eğitim-öğretim, araştırma ve uygulamalarında bu ilkelerin esas alındığını görüyoruz. Bu bağlamda, Dergimizin öncelikli amacı; sürdürülebilir ormancılık ve orman yönetimi, küresel iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, toprak ve su koruma, su yönetimi, zararlı ve hastalık etmenlerinden korunması, orman yangınları, silvikültür, yaban hayatı, eko turizm gibi konularda gerek Ülkemizden gerekse uluslararası bilim camiasından orijinal araştırma makalelerinin yayımlanmasını gerçekleştirerek ormancılık ve yakın disiplinlerde bilgi paylaşımına katkı sağlamaktır. Bilimsel çalışmaların yayımlanmaya kadar bitirilmiş sayılamayacağı, elde edilen bulguların, ancak yayın yoluyla nesilden nesile aktarılarak insanlığa katma değer sağlamış olacağı göz önünde bulundurulduğunda, dergi ve yayının önemi bir kez daha anlaşılmalı olacaktır.

Dergimizin okuyucu kitlesi olarak; araştırmacılar, bilim adamları, mühendisler, resmi kurumlar, sivil toplum kuruluşları ve öğrenciler hedeflenmektedir. Böylece sizlerle aramızdaki iletişimi kuvvetlendirirken, bizler paylaşmanın mutluluğunu yaşayıp sizin de her bir sayımızı merakla bekleyeceğinizi umuyorum. Bu süreçte bizlere destek verip katkıda bulunan herkese buradan teşekkürlerimi iletiyor, bundan sonraki sayılarımızda da siz değerli meslekdaşlarımızın özverili çalışmalarının sonuçlarını dergimizde görmekten büyük onur duyacağımı ifade etmek isterim.

Saygılarımla.

Prof. Dr. Ziya ŞİMŞEK  
Genel Yayın Yönetmeni



## Kayın Yaprağının Türkiye’deki Hasat Miktarları<sup>1</sup>

\*Gamze TUTTU, Serhat URSAVAş

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü ÇANKIRI

\*Sorumlu yazar: gamzeertugrul@karatekin.edu.tr

### zet

Kayın yaprağının; idrar artırıcı, bronşit önleyici, diş ağrısını kesici özellikleri olduğu ve verem tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Kullanım alanlarının çeşitli olması nedeniyle, odun dışı orman ürünü (ODO) olarak orman ekosisteminden hasat edilerek değerlendirilmektedir. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı rn ve Hizmetler Daire Başkanlığından alınan verilere göre: 1989-2014 yılları arasındaki ilk kaydı 1998 yılına aittir. 1998 yılında ilk kez Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğünden 10.000 kg kayın yaprağı toplanmış ve 15 TL gelir elde edilmiştir. En son ise 2005 yılında Kütahya Orman Bölge Müdürlüğünden 6.175 kg kayın yaprağı toplanmış ve 568 TL gelir elde edilmiştir. şimdiye kadar: Balıkesir, İstanbul, Adapazarı ve Kütahya Orman Bölge Müdürlüklerinden kayın yaprağı hasadı yapılmıştır. Toplamda 47.350 kg hasat yapılmış ve 1.352 TL gelir elde edilmiştir. En fazla kayın yaprağı hasadı 28.000 kg ile Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğünden gerçekleştirilirken, en az hasat 2.000 kg ile Adapazarı Orman Bölge Müdürlüğünden gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Fagus orientalis*, Yaprak, Hasat, Türkiye

### Harvest Amounts of the Beech Leaves in Turkey

#### Abstract

It is known that Beech leaves to be used as urine enhancer, anti-bronchitis, toothache painkillers and in TB treatment as well. Due to the variety of usage areas, it is being harvested from forest ecosystems as non-wood forest products (NWFP). According to the data received from General Directorate of Forestry, Department of Non-wood Products and Services: First record belongs to year 1998 in the period of 1989-2014. In 1998, for the first time, 10,000 kg beech leaves collected and gained 15 TL incomes in the territory of The Forest Regional Directorate Balıkesir. Latest data is from The Forest Regional Directorate Kütahya in 2005, according to the data 6.175 kg beech leaves collected and gained 568 TL incomes. Beech leaves were harvested from The Forest Regional Directorate Balıkesir, İstanbul, Adapazarı and Kütahya till now. In total, 47,350 kg of beech leaves harvested and was earned as revenue 1,352 TL. Maximum amount of beech leaves harvested while performing from The Forest Regional Directorate Balıkesir with 28,000 kg, minimum amount of harvest was carried out from The Forest Regional Directorate Adapazarı as 2,000 kg.

**Keywords:** *Fagus orientalis*, Leaf, Harvest, Turkey

#### Giriş

İnsanlığın bitkilerle ilişkisi yüzyıllardır devam etmektedir. Bitkilerin kök, yaprak, meyve, tohum gibi kısımları ile bitkilerden elde edilen reçine, balzam vb. birçok üründen farklı amaçlarla (gıda, tıbbi, yakacak, boya maddesi, hayvan yemi, lif vb.) yararlanılmaktadır.

Günümüzde kırsal kesimde ve orman köylerinde yaşayan kişiler bitkilerden yararlanma konusunda çok daha tecbelidirler. Ormanlardan toplayarak kullandıkları ürünleri satma imknlarının gelişmesi sonucunda odun dışı orman ürünleri köylüler için bir geçim kaynağı haline gelmiş, aile ve ülke ekonomisine olan katkıları artmıştır. Hatta bazı durumlarda ormandan elde edilen odun dışı orman ürünleri odun hammaddesinden daha ön plana

ıkmaktadır. Bu ürünlerden elde edilen gelir çoğu zaman odundan elde edilen gelirden daha yüksektir.

ODO olarak Orman Genel Müdürlüğü tarafından toplatılan ürünlerden birisi de kayın yaprağıdır. *Fagus orientalis* kışın yaprak döken boylu orman ağalarımızdandır. Kısa saplı yaprakları geniş eliptik, ters yumurta biçiminde ve tam kenarlıdır. Körpe yaprakların kenarları kirpiklidir. Yaprakların st yüzü çıplak, alt yüzü ise damarlar boyunca beyaz ipeksi tüylüdür (Yılmaz, 2014).

Kayın yaprağının bilinen kullanımları ve elde edilen yan ürünleri şu şekildedir:

- İdrar artırıcı, ateş düşürücü, bronşit önleyici, diş ağrısını kesici özellikleri ile tıbbi olarak kullanılır. Akciğerler için antiseptik olan kayın yaprağı bu özellikten faydalanmak için ufalanarak 1 bardak

<sup>1</sup>Bu alışma; 1-6 Eylül 2015 tarihinde Kastamonu’da gerçekleştirilen “10. Uluslararası Kayın Sempozyumunda” poster bildiri olarak sunulmuştur.

sıcak su içerisine 1 tatlı kaşığı kadar konur ve günde 2-3 bardak içilebilir. Ayrıca verem tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (URL1, 2015; URL 2, 2015).

- Balözü, ormanlarımızda özellikle bazı ağaç ve çalı türlerinin verdiği önemli bir odun dışı orman ürünüdür. Kayınların verdiği yaprak salgıları da arıların bal yaparken faydalandığı bir yan üründür (Kalay, 2006).

- Kayın yaprakları sarı renkli boya elde etmek için kullanılmaktadır. Kayın yaprağından elde edilen sarı boyaya sarı renkli kimyasal boya ilave edilerek ipliklerin koyu sarı-turuncu bir renk almaları sağlanır (Etikan, 2009).

### Materyal ve Yöntem

Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı'nın 1989-2014 yılları arasındaki envanter verileri incelenmiştir. Kayın yaprağı hasadı yapılan yıllar ve bölge müdürlükleri tespit edilerek kayın yaprağından elde edilen gelir saptanmıştır.

### Bulgular

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığından alınan verilere göre: 1989-2014 yılları arasında ilk kayın yaprağı hasadı kaydı 1998 yılına aittir. Balıkesir orman bölge müdürlüğünden 10.000 kg kayın yaprağı toplanmış ve 15 TL gelir elde edilmiştir.1999 yılında hasat yapılmamış, 2002 yılında ise 2 farklı bölge müdürlüğünce kayın yaprağı toplatılmıştır. En son 2005 yılında Kütahya orman bölge müdürlüğünden 6.175 kg kayın yaprağı toplanmış ve 568 TL gelir elde edilmiştir. 2005 yılından sonra kayın yaprağı hasadına rastlanmamıştır.

Balıkesir, İstanbul, Adapazarı ve Kütahya Orman Bölge Müdürlüklerinden toplamda 47.350 kg kayın yaprağı toplanmış ve 1.352 TL gelir elde edilmiştir. En fazla kayın yaprağı hasadı 28.000 kg ile Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğünden gerçekleştirilirken, en az hasat 2.000 kg ile Adapazarı Orman Bölge Müdürlüğünden gerçekleştirilmiştir (Şekil 1, Tablo 1).



Şekil 1: Türkiye'deki Orman Bölge Müdürlükleri (URL 3, 2015)

### Tartışma ve Sonuç

Son yıllarda dünyada Odun Dışı Bitkisel Ürünlere (ODBÜ) yönelik artışın bir sonucu olarak yeniden yapılanma ile Orman Genel Müdürlüğü'nde (OGM) "Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı" kurulmuştur. Taşrada da Orman Bölge Müdürlüklerinde konu ile ilgili şube müdürlükleri ve başmühendislikler oluşturulmuştur. Örgütsel olarak yapılanmanın yanı sıra bir takım yasal düzenlemeler ile odun dışı orman ürünlerinin

envanterinin yapılması ve planlanmasına yönelik çalışmalar başlatılmış durumdadır. Bu kapsamda 283 sayılı "Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları" adlı tebliğde değişiklikler yapılmış, daha sonra "Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması İle Üretim ve Satış Esasları" isimli 297 sayılı tebliğ 2013 yılından itibaren yürürlüğe girmiştir. Bu süreçte Orman Bölge Müdürlüklerince başlangıç olarak bitkisel ürünler için yönetim planları ve işletme müdürlüklerince de envanter ve üretim (hasat) planları yapılmaya başlanmıştır



Tablo1: Kayın yaprağı hasadı yapılan Orman Bölge Müdürlükleri ve hasat gelirleri

Yıl	Orman Bölge Müdürlüğü	Miktar (kg)	Gelir (TL)
1998	Balıkesir	10.000	15
2000	Balıkesir	12.000	40
2001	Balıkesir	3.000	36
2002	Adapazarı	2.000	20
	Balıkesir	3.000	30
2003	İstanbul	5.000	75
2004	Kütahya	6.175	568
2005	Kütahya	6.175	568
<b>TOPLAM</b>		<b>47.350</b>	<b>1.352</b>

(Korkmaz, 2013).

Uygulamaya konulan tüm politika ve bu politikalara dayalı mevzuat ne yazık ki ODBÜ sürdürülebilir anlamda yönetimini mümkün kılmamış ve birçok önemli üründe ekonomiye katılımını sağlayamamıştır. Bu bağlamda en önemli eksiklik ODBÜ faydalanmasının envantere dayalı planlarla yapılmamış olmasıdır. Planlama dairesi geçmişte ODBÜ'leri envantere dayalı bir şekilde planlama çalışmaları yapmıştır. Ancak bu çalışmalar hem birkaç ürünle sınırlı kalmış hem de uzun vadeli olmamıştır (Sertkaya ve ark., 2013).

Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığından alınan verilere göre; Kayın yaprağı resmi kayıtlar doğrultusunda ilk olarak 1998 yılında, en son ise 2005 yılında hasat edildiği görülmektedir. Son 10 yıldır da kayın yaprağının hasadına ilişkin bir veri kayıtlarda bulunmamaktadır. Bu sonuç, kayın yaprağına olan talebin eskisine oranla azaldığına; artık eskisi gibi yoğun bir kullanımının olmadığı izlenimi vermektedir.

### Teşekkür

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığına teşekkürü bir borç biliriz.

### Kaynaklar

Etikan S. 2009. 2000'li Yılların Başında Milas'ta Bitkisel Boyacılık. e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences, 3C0030, 4, (4), 433-440.

Kalay H. Z. 2006. Orman Ağacı Çiçeklerinin Salgıladığı Balözü, Sağladığı Çiçektozu (Polen) ve Bal Verimine Katkılarının Değerlendirilmesi. 1st International Non-Wood Forest Products Symposium Proceedings (1-4 Kasım 2006). 346-351, Trabzon, Türkiye.

Korkmaz M. 2013. Odun Dışı Bitkisel Orman Ürünlerinin Planlanmasına Yönelik Değerlendirmeler. 2023'e doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu. (31 Ekim – 03 Kasım 2013), 225-236, Antalya, Türkiye.

Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı.

Sertkaya İ., Güney İ.H., Kolcu A. 2013. Odun Dışı Ürün ve Hizmetlerin Envanteri ve Planlama Çalışmaları. 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu. (31 Ekim – 03 Kasım 2013), 217-223, Antalya, Türkiye.

URL 1, 2015: <http://hemsireblog.blogcu.com/ahmet-maranki-nin-kaleminden-kayin-agaci-yapragi/8145477>

URL 2, 2015: [http://naturesim.com.tr/index.php?route=product/product&product\\_id=100](http://naturesim.com.tr/index.php?route=product/product&product_id=100)

URL 3, 2015: <http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/OrmanBolgeMudurlukleri.aspx>

Yılmaz H. 2014. Fagus L. (Editör: Akkemik, Ü., Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I.) Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 670-671, Ankara.

## Çankırı *Pinus* spp. Orman Alanında *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)'nin Biyolojisi ve Zarar Durumu

\*Ziya şİMŞEK, Yalçın KONDUR

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI

\*Sorumlu yazar: ziyasimsek@karatekin.edu.tr

### Özet

Son yıllarda Çalı antenli çam yaprakarısı [*Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)]'nin Çankırı (Yapraklı)'da (1750 m) 8-10 yaş arasındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'ın karışımından oluşan orman plantasyonlarında ibreleri yiyerek epidemi yaptığı gözlenmiştir. *D.pini*'nin mücadelesinde başarılı olunabilmesi için sözü edilen yörede biyolojisi ve zarar durumunun incelenmesi amacıyla bu çalışma ele alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre *D.pini*'nin kışı kokon içerisinde olgun larva döneminde geçirdiği; hava sıcaklığının ort. 15°C'ye ulaştığı Haziran ayında kokonlarından çıkarak uçmaya başladıkları; bunların bıraktığı yumurtalardan çıkan larvaların Ağustos-Ekim ayları boyunca doğada bulunabildiği; karaçama oranla (%31), sarıçam türünü tercih ettiği (%92); larva dönemlerinin ilerlemesine paralel olarak zarar şiddetinin de arttığı; 6 larva dönemini 6-7 hafta içerisinde tamamladığı anlaşılmıştır. Aynı çalışmada, hava sıcaklığının 10°C'nin altına düştüğü Ekim ayı sonunda zararlının son dönem larvalarının ağaçları terk edip toprağın yaklaşık 10 cm derinliğine inerek hazırladığı kokon içerisinde kışı eonimf (olgun larva) halinde geçirdiği ve yılda bir döl verdiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çankırı, *Diprion pini*, zarar durumu, *Pinus* spp., biyoloji

### Biology and Damage of *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) in Çankırı *Pinus* spp. Forests

#### Abstract

Epidemic of the Common pine sawfly [*Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)] has been observed to defoliate needles of 8-10 year-old mixed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Black pine (*Pinus nigra* Arnold) stand in Çankırı (Yapraklı) in the last years. This study is carried out in order to evaluate the biology and damage of *D.pini* in the area for successful future control of the pest. Results show that *D.pini* overwinters as eonymph within pupae and emerge when the mean air temperature exceeds 15°C in June. Larvae hatched from the eggs that laid by the emerged adults feed on needles until August-September. Also, *D.pini* prefers Scots pine (%92) to Black pine (%31). Defoliation on the needles increases as larval instars increase. Larvae of *D.pini* have 6 instars and complete larval period within 6-7 weeks. Also, last instar larvae of *D.pini* leave pine needles and go under the soil about 10 cm and overwinter as eonymph. *D.pini* has one generation in Çankırı (Yapraklı).

**Keywords:** Çankırı, *Diprion pini*, damage, *Pinus* spp., biology

#### Giriş

Bilindiği üzere ülkemizde ibreli ve yapraklı olmak üzere 20.712.894 ha olan orman varlığımızın %48'i (9.953.862 ha) verimli, %52'si (10.759.032 ha) bozuk vasıflıdır. Çankırı ilimizde ise orman varlığımızın ancak %1'i (200.934 ha) bulunmaktadır (Konukçu, 1999). Bu ilimizde bulunan orman alanının %35'i ise (30.728 ha) Ilgaz ormanlarında yer almaktadır. Çankırı ilimizdeki ormanların yaklaşık %60'ı Sarıçam ve Karaçam; %15-20'si Gök nar; %10'u Meşe; %10'u ise diğer ağaç türlerinden (Gürgen, Akça ağaç, Titrek Kavak) oluşmaktadır. Ilgaz orman varlığının yaklaşık %80-90'ı Karaçam, Sarıçam, Gök nar; %10-20'si diğer ağaç türlerinden (Meşe, Kayın, Titrek Kavak) ibarettir<sup>3</sup>. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere, Çankırı ilinde orman varlığı oldukça sınırlıdır.

İbreli türlerden oluşan saf meş cere kurulması, plantasyonların çayır-mera veya açılan tarım

alanlarında yapılmış olması, son yıllarda uygun olmayan iklim koşulları (yağış azlığı, sıcaklığın artması), küresel ısınma, toprağın giderek fakirleşmesi, insanların pek çok zararlı etkileri; gerek orman ve gerekse fidanlıklarda bulunan ağaçları biyotik ve abiyotik faktörlere karşı duyarlı hale getirdiği ve bunun sonucunda Çankırı orman alanlarında çok sayıda hastalık etmenleri ile zararlı böceklerin periyodik olarak salgın yapma eğilimine girdiği gözlenmiştir. Orman Kuruluşlarından Fakültemize gelen şikâyetler üzerine yapılan çalışma sonucunda; 2000'li yılların başında Çankırı (Yapraklı, Kurşunlu, Atkaracalar, Kalfat)'da özellikle 10-20 yaş arasındaki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) orman alanlarında görülen zararlının Çalı antenli çam yaprakarısı [*Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)] olduğu ve ibreleri yiyerek yaygın ve zararlı böcek durumuna geçtiği saptanmış; sarıçam

ile karaçam gibi çam türlerinin, sözü edilen zararlı salgınıyla karşı karşıya kaldığı görülmüştür.

Orman alanlarının zararlı etmenlere karşı korunması; silvikültürel, mekanik, biyolojik, biyoteknik ve kimyasal metotların bir uyum içerisinde entegre olarak kullanılmasıyla mümkün olmakla birlikte, günümüzde ağırlıklı olarak kimyasal mücadelenin kullanıldığı da bilinen bir gerçektir. Ancak, zararlı/zararlılarla mücadelede başarılı olunması, öncelikle bunların biyo-ekolojilerinin bilinmesiyle mümkün olduğundan, Çankırı (Yapraklı-Teknekaya Yaylası) plantasyon alanında bu çalışma ele alınarak yürütülmüştür.

### Materyal ve Yöntem

Çalı Antenli Yapraklı Çam Yaprakarısı [*Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae)]'nın biyolojisinin ve zarar durumunun incelenmesi amacıyla ele alınan bu çalışmada; Çankırı ili Yapraklı ilçesi (Teknekaya Yaylası)'nde zararlıyla bulaşık Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ağaçları ile *D.pini*'nin değişik dönemlerdeki larvaları, çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Aynı çalışmada, stereo-mikroskop, buz kabı, naylon poşetler, bağ makası, fotoğraf makinası ise diğer materyal olarak yer almıştır.

Çalışmalar; Çankırı ili Yapraklı ilçesi (Teknekaya Yaylası)'nde (1750 m) sıra arası 3 m ve sıra üzeri 2,5 m olacak şekilde 8-10 yaşında Karaçam ve Sarıçamın karışık dikildiği, plantasyonla tesis edilmiş, çevresinde başka orman bulunmayan yaklaşık 3 ha genişliğindeki alanda yürütülmüştür. Plantasyon yılı esas alınarak ağaçların yaşları belirlenmiştir. Çalışma alanında bulunan Karaçam ve Sarıçamın karışımındaki paylarının (%) belirlenmesi amacıyla sözü edilen ağaç türleri ayrı ayrı sayılıp toplam ağaç sayısına oranlanarak bulunmuştur. Sarıçam ile Karaçamda zararlının bulaşma oranının belirlemesinde ise sayılan ağaçlar türlerine göre ayrılarak bulaşık (zararlın larvası ve/veya ibrede zararı bulunan) ve sağlam (zararlı larvası bulunmayan ve zarar şekli görülmeyen) olmak üzere kaydedilmiş; bulaşık ağaç sayısı, toplam ağaç sayısına oranlanarak, her ağaç türü için ayrı ayrı bulaşma oranları (%) saptanmıştır.

Çalışmanın yürütülebilmesi amacıyla, (Yapraklı, Teknekaya yaylasından) çalışmanın bir yıl öncesinden sonbaharda *D.pini*'nin 50 adet kokonu getirilerek Çankırı Kenbağ Orman Fidanlığından temin edilen 4+0 yaşlı sarıçam fidanlarının bulunduğu saksılarda Fakülte bahçesinde tülbent kafesler içinde kültüre

alınmıştır (şekil 1).



şekil 1. Çankırı ili Yapraklı-Teknekaya Yaylası'ndan getirilen *Diprion pini* L. larvalarının Fakülte bahçesinde sarıçam fidanlarında kültüre alınışı

Yukarıda sözü edilen kültür, müteakip yılda nisan ayından itibaren izlenmiş, *D.pini* erginlerinin çıktığı tarihten itibaren Çankırı (Yapraklı-Teknekaya yaylası)'da zararlı erginlerinin biyolojisi ve zarar durumunun izlenmesine başlanılmıştır. Tülbent kafeslerin günlük kontraları yapılarak çıkan erginler sayılıp ortamdan uzaklaştırılmış, böylece erginlerin uçuş süresi belirlenmiştir. Haftada bir kez araziye çıkılmak suretiyle *D.pini* larvaları, toprak içerisine inip kokon oluncaya kadar, çalışmalar sürdürülmüştür. Çalışma sırasında ibrelerde bulunan yumurta paketleri, bağ makası ile yerlerinden alınarak naylon poşetlerde buz kabı içerisinde laboratuvara getirilmiş, stereo-mikroskop altında, ok uçlu iğne yardımıyla yumurta paketi üzerindeki mumsu tabakası kaldırılıp yumurtaların embriyonik gelişme durumları [yeni bırakılmış (açık yeşil renkli), daha önce bırakılmış (açık kahverengi) (şekil 2) kaydedilmiştir. Aynı çalışmada, *D.pini* larvaları gelişme durumlarına göre genç (1.-3. dönem) ve yaşlı (4.-6. dönem) larva olarak kaydedilmiştir.

Meteorolojik değerler, Çankırı Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünden alınmış ve interpolate edilerek çalışma alanına uygulanmış, elde edilen veriler görsel hale getirilerek aralarında ilişki araştırılmıştır. İstatistik analiz için ANOVA testi uygulanmıştır.



şekil 2. *Diprion pini* L. dişilerinin Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) iğne yapraklarına bıraktıkları yumurta paketleri; daha önce bırakılmış yumurta paketleri (A) ile yeni bırakılmış yumurta paketleri (B)

### Bulgular ve Tartışma

Çankırı (Yapraklı-Teknekaya Yaylası)'da Sarıçam ve Karaçamın önemli zararlısı olan Çalı antenli çam Yaprakarısı (*Diprion pini* L.)'nın biyolojisi ve zarar durumunun belirlenmesi amacıyla ele alınan bu çalışmada zararlı erginlerinin beslenme ve yumurtlama durumu şekil 3'te, genç larvaların (1-3. dönem) beslenme ve zarar durumu şekil 4(A,B)'te, yaşlı larvaların (5-6.dönem) beslenme ve zarar durumu şekil 5(A,B)'te, genç ve yaşlı *D.pini* larvalarının yoğun beslenmesi neticesinde ölen çam fidanlarının durumu şekil 6'da, zararlı popülasyonun zamana bağlı olarak değişimi Çizelge 1 ile şekil 7'de, meteorolojik veriler şekil 8'de, zararlının topraktaki kokonları şekil 9(A)'da, zararlının kokon içerisinde son dönem larva (eunimf) olarak kışı geçirme durumu ise şekil 9(B)'de verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, fakülte bahçesinde bir yıl öncesinden kültüre alınan 50 adet zararlı kokonlarından, haziran ayının ilk haftasından itibaren *D.pini* erginlerinin çıkmaya başladığı; çıkaşlarının yaklaşık 2 ay sürdüğü, kokonların %10'unun ise açılmadan kaldığı gözlenmiştir. Kafeslerde ergin çıkaşı saptanınca, arazide yapılan kontrollerde; erginlerin i içe giren iki uçuş periyodunun olduğu; birinci uçuş periyodunun Mayıs-Haziran ayında; 2.sinin ise Ağustosun ilk yarısında gerçekleştiği anlaşılmıştır. Sharov (1993)'un Rusya'da *D.pini* uçuşlarının iki periyot halinde gerçekleştiğini bildirmesi; Velez et al. (2001)'nin ise İşpanya'da ergin çıkaşlarının i içe giren iki periyotta ve iki

grup halinde gerçekleştiğini bildirmesi, bulgumuzu destekler niteliktedir.

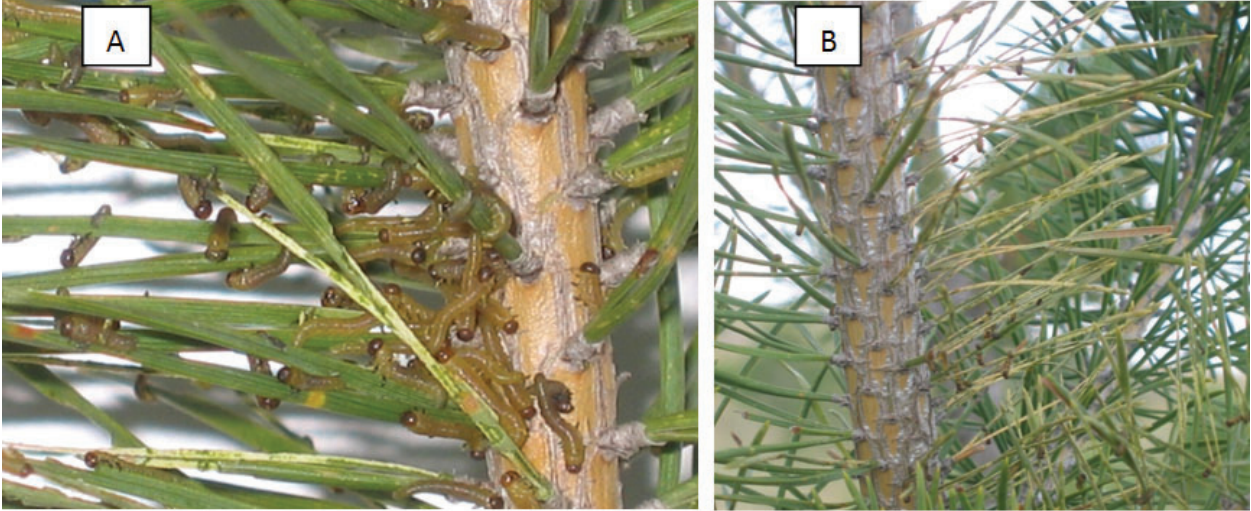
Arazide yapılan incelemelerde, kokonlardan çıkan bazı *D.pini* erginlerinin ibreler üzerinde beslendiği, çiftleştiği ve yoğun olarak yumurta bıraktıkları gözlenmiştir (şekil 3). *D.pini* yumurtalarının doğal koşullarda yaklaşık 10 gün içerisinde inficari ettiği; Temmuz ayının ilk yarısında 1. larva döneminin; 2. yarısının başında 2. dönemin; bu ayın son haftasında 3. dönemin; Ağustosun ilk yarısında 4. dönemin; sözü edilen ayın sonunda 5. dönemin ve nihayet Eylölün ilk haftasında da 6. dönemin hakim olduğu anlaşılmıştır. Aynı çalışmada, bütün larva dönemlerini 6-7 hafta içerisinde tamamladığı belirlenmiştir.



şekil 3. Çalışma alanında *Diprion pini* L. erginlerinin yumurta bırakma durumu

Aynı alışmada *D.pini*'nin larva süresi boyunca (yaklaşık 2-3 ay) zararına devam ettiği, bulaşık ağaçlarda karaçamda yaklaşık %31'ini, sarıçamda ise %92'sinin larvalar tarafından iğne yaprakların yenildiği; larva dönemi ilerledikçe zararın boyutunun da arttığı; genç larvaların (şekil 4A) ibrelerin u kısmından yiyerek iğne yaprak ortasında ince bir tel biçiminde kalmasına karşın (şekil 4B), yaşlı larvaların (şekil 5A) ibrelerin tamamını yemek

suretiyle ağır zarar yaptıkları (şekil 5B) ve larva zararları birleşince, bazı ağaçların kurumasına bile neden oldukları (şekil 6) gözlenmiştir. Zararlı larvalarının, önceleri ağaçların tepe çatısında gruplar halinde bulunup sonraları dağılarak, ibrelerde oburca beslenmek suretiyle, ağaçların alt dallarına indiği, bazılarının topluca bitişikteki ağaçlara da geçip beslendikleri gözlenmiştir.



şekil 4. *Diprion pini* L.'nin genç (1-3. dönem) larvalarının am ibrelerinde beslenme (A) ve zarar durumu (B)



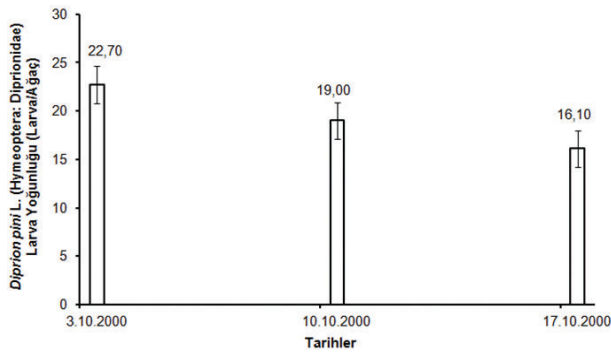
şekil 5. *Diprion pini* L.'nin yaşlı (4-6.dönem) larvalarının am ibrelerinde beslenme (A) ve zarar durumu (B)

Çizelge 1. 2000 Yılında Çankırı (Yapraklı-Teknekaya Yaylası)'da değişik sayım tarihlerinde *Diprion pini* L.'nin Sarıçam ve Karaçam üzerinde popülasyon seyri

Ağaç No	Değişik Sayım Tarihleri ile Ortalama Larva Yoğunluğu (Birey/Ağaç)		
	30.10.2000	10.10.2000	17.10.2000
1	30	24	17
2	9	9	6
3	11	8	6
4	5	3	0
5	20	18	9
6	7	3	2
7	4	2	2
8	4	2	2
9	5	4	3
10	20	20	17
11	7	7	4
12	8	4	4
13	70	58	42
14	8	8	8
15	60	60	40
16	5	4	2
17	9	0	0
18	7	2	1
19	12	11	10
20	28	24	19
21	4	4	2
22	8	4	4
23	65	64	52
24	17	15	12
25	25	22	22
26	30	30	30
27	32	28	28
28	42	16	15
29	16	15	11
30	8	4	4
31	26	22	17
32	30	30	29
33	4	3	1
34	19	16	14
35	5	3	2
36	23	23	23
37	32	25	25
38	148	128	128
TOPLAM	863	729	612
Ortalama Larva Yoğunluğu (birey/ağaç)	22,7	19,0	16,1

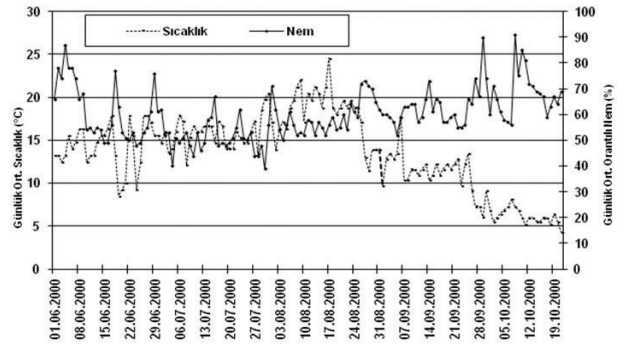


Şekil 6. Genç ve yaşlı *Dibrion pini* L. larvanın beslenmesi sonucunda kurumuş sarıçam ağacı



Şekil 7. Çankırı (Yapraklı) da *Dibrion pini* L.'nin zamana bağlı olarak Sarıçam ve Karaçam üzerinde popülasyon seyri

Çizelge 1 ile Şekil 7 birlikte incelendiğinde 38 ağaçta bulunan ortalama larva sayısının 3.10.2000, 10.10.2000 ve 17.10.2000 tarihinde sırasıyla 22,7 (4-148), 19,0 (0-128) ve 16,1 (0-128) larva/ağaç arasında değiştiği görülmektedir. Diğer bir ifade ile başlangıçta 22,71 larva/ağaç olarak bulunan larva sayısının, 10.10.2000 tarihinde 19,0 larva/ağaç, 17.10.2000'de ise 16,1 larva/ağaç olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre, çalışma alanında *D.pini* larva yoğunluğunda meydana gelen azalmanın önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir ( $F_{(2,111)}=0,678; P>0,05$ ). *D.pini* larvasının popülasyon seyrinin izlendiği 3 hafta süresince, doğal koşullarda zararlı popülasyonunda ani kırılmalar olmadığından, zararın ağırlaşmasına bağlı olarak bazı ağaçların kurumasına neden olduğu gözlenmiştir.



Şekil 8. Çankırı (Yapraklı-Teknekaya Yaylası) da çalışma alanına ait meteorolojik veriler

Meteorolojik değerlerin verildiği Şekil 8 incelendiğinde, Haziran ayının 3. haftasındaki sıcaklık düşüşü hariç, sözü edilen ayın başından itibaren hava sıcaklığının Ağustos ayının sonuna kadar genellikle ort. 15-20°C arasında seyrettiği; eylül ayın başından itibaren 15°C'nin altına düştüğü; daha sonra da hızla azalarak bu ayın sonuna doğru da 10°C'nin altına indiği; nem oranının ise genellikle %50-80 arasında değiştiği görülmektedir.

*D.pini*'nin biyolojisi ile meteorolojik veriler birlikte değerlendirildiğinde, zararlı erginlerinin Haziran ayında hava sıcaklığının 15°C'ye ulaştığı sırada kokonlarından çıkarak uçmaya başladıkları; Haziran ayının ilk yarısında yumurtlamaya başlayarak bu ayın sonuna kadar yumurtlama periyodunun devam ettiği; erginlerin makine dikii şeklinde ve paket halinde bırakmış oldukları yumurtaların (Şekil 3) Temmuz ayının ilk yarısından itibaren açılarak 1. dönem larvaların görüldüğü; 6 larva dönemi geçirerek 6-7 hafta içerisinde larva dönemlerini tamamladığı, Çankırı koşullarında yılda bir döl verdiği belirlenmiştir. Larvalarının, hava sıcaklığının 10°C'nin altına düştüğü eylül ayı sonundan itibaren ağaçlardan ayrılmaya başladığı ve Ekim sonunda tamamen ağaçları terk ederek toprağa inip yaklaşık 10 cm derinliğinde kokon ördüğü (Şekil 9A), içerisinde diyapoza girip kışı olgun larva (eoinimf) döneminde geçirdiği belirlenmiştir (Şekil 9B). Aynı çalışmada larva boyunca (yaklaşık 2-3 ay) zararına devam ettiği, bulaşık ağaçlarda iğne yaprakların karaçamda %31'ini, sarıçamda %92'sinin larvalar tarafından yenildiği; larva dönemi ilerledikçe zararın boyutunun da arttığı belirlenmiştir.



şekil 9. *Diprion pini* L'nin toprak içerisinde bulunan kokonu (A) ile laboratuvar ortamında disekte edilmiş olan kokon içerisinden ıkarılan *D.pini* conimfi (B)

Yapılan literatür taramasında 17 saat aydınlık, 7 saat karanlıkta, uzun gün koşulları altında *D.pini* sürekli kültürleri laboratuvar ortamında yetiştirildiğinde 25°C ve %80 nispi nemde bir dölünü ortalama 40-50 günde tamamladığı, 20°C'de ise 50-55 güne ihtiyaç duyulduğu ve bu şekilde yılda 6-7 döl verebildiği kaydedilmiştir (Eichorn, 1976). Diğer bir çalışmada *D.pini* yumurta ve larvalarının doğal koşullar altında gelişme süresinin ortalama hava sıcaklığıyla doğrudan ilişkili olduğu, sonbahara doğru larva gelişim süresinin önemli oranda kısalarak pupa olduğu belirtilmiştir (Sharov and Safonkin, 1980). Başka bir çalışmada ise diyapoza giren *D.pini* bireylerinin kokon içerisinde kışı conimf döneminde geçirdiği (Obtel et al., 1978; Geri and Goussard, 1989) ve ülkelere göre zararlıının yılda 1-2 döl verdiği (Eichorn, 1976; Altenkirch, 1979; Tarsenko et al., 1981; anakıoğlu and Mol, 1998; Velez et al., 2001). Özkazanç (1987) ise *D.pini*'nin Ankara, Türkiye'deki *Pinus* spp.'de en şiddetli zarara neden olan böceklerden birisi olup yılda 2 generasyon verdiğini, 1. generasyonun nisan ayının ortalarında çıkıp yumurtalarını önceki yılın ibrelerindeki kesiklere sıralar halinde bıraktığını ve haziran başında açılarak larvaların ibrelerde beslenerek Temmuz başında pupa olduğunu bildirmektedir. Aynı araştırıcı, sonraki generasyon erginlerinin Temmuzun 2. yarısında çıkıp bu ayın sonunda yumurta koyduğunu, yumurtaların ağustos başında açıldığını, ekim başında larvaların ağaçların altında ve ölü örtüsü içinde kalın ipeksi kokonlarını yaprak içinde prepupa döneminde kışladığını, genç ağaçların şiddetli zarar görmesine neden olduğunu bildirmiştir. Literatür bildirişleri, çalışma sonuçlarımızı destekler nitelikte olmakla birlikte, çalışma alanında *D.pini*'nin bir döl verdiği belirlenmiştir.

Çalışmaların yürütüldüğü alanda ortalama ağaç başına 22,7 (4-148) *D.pini* larvasının bulunduğu alanlarda (izelge 1) yapılan gözlemlerde zararlı larvalarının Ağustos-Ekim ayları arasında doğada aktif olarak bulunduğu, bulaşık ağaçlarda bulunan ibrelerin karaçamda %31'inin, sarıçamda %92'sinin larvalar tarafından yenildiği, ağır zararlılarda, plantasyondaki fidanların tamamının kurumasına neden olduğu belirlenmiştir (şekil 5B, 6 ve 10). Çalışma alanının taşlı, çakıllı, kumsal, eğimli ve verimsiz toprak yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumun zararlıının salgınında payı olduğu düşünölmektedir. Nitekim *D.pini*, Rusya'da Ingulets bölgesinde kumsal arazide yetişen am plantasyonunda ciddi zararlılara neden olması, salgın periyodunda 400-500 hektardan daha geniş ve 17-28 yaşındaki sarıamdan oluşan ağaçlık alanda %75-100 oranında zarara neden olması (Tarsenko et al., 1981) bu kanıyı güçlendirmektedir. Bu durum, ağaçlarda çap ve boy gelişimini olumsuz yönde etkileyeceği gibi uzun yıllar tekrarı durumunda kurumalarına da neden olabileceği kanısını vermiştir. Nitekim 1931-1936 yılları arasında Bulgaristan'da tesis edilen *P.nigra* plantasyonları 1963'te *D.pini* larvalarının ağır zararına uğramış, ibrelerde görölen bu zarar ağaçların doğrudan ölümlüne neden olmamakla birlikte sonraki yıllarda önemli artım kaybına sebep olmuştur (Daskalova and Kitin, 1973). 1961'de meydana gelen *D.pini* 10 yıllık salgın periyodunun ilk yılında ibre zararı %40-50 olduğunda 60-70 yaşındaki çamlarda artım %20 düzeyinde kalmış; şiddetli zarar (%90-100) durumunda ise artım tamamen durmuştur (Moiseenki and Kozhevnikov, 1976). Estonya'da 1972'de bir sarıçam tohum bahçesinde 1981-1983 yıllarında hafif zarar (olgun ibrelerin %50'si ve genç ibrelerinin en çok %10'unun yenilmesi) önemli bir etki yapmamasına karşın, orta



zarar (olgun ibrelerin %51-100'ü ve genç ibrelerinin en fazla %10'unun yenilmesi) artımı ortalama %13 azaltmıştır. şiddetli zarar (olgun ibrelerin %100'ü ve genç ibrelerin %11-50'sinin yenilmesi) artımı %34 azaltmış ve çok şiddetli zarar (olgun ibrelerin %100'ü ve genç ibrelerin %51-100'ünün yenilmesi) artımı ortalama %73 azaltmıştır. Çok şiddetli zarar

ağaçların %30'unun ölmesiyle sonuçlanmıştır (Pilt, 1986). Benzer bir durum çalışma alanında da gözlenmiştir (şekil 6 ve 10). *D.pini* larvaları, ağacın yaşına bağlı olarak sarıamların radyal artımı üzerinde olumsuz etki yaptığı bildirilmiştir (Laurent Hervouet, 1986).



şekil 10. ankırı (Yapraklı-Teknekaya Yaylası)'da *Diprion pini* L. larvalarının zararı sonucunda çamların kurumuş olduğu çalışma alanı

Yapılan değerlendirmelere göre çalışma alanında bulunan Sarıçamın %62, Karaçamın ise %38 oranında karışıma katıldığı; *D.pini*'nin bulaşma oranının ise sırasıyla ortalama %92,3 ve %31,3 olduğu ve ağaçların 8-10 yaşında bulunduğu saptanmıştır. Buna göre Sarıamda bulaşma oranının, Karaçamın yaklaşık üç katı olması, bu türün sarıamı tercih ettiği kanısını vermiştir. Yapılan literatür taramalarında da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır (Herz and Heitland, 1995). *D.pini* larvalarının ana konukçusu olan *P.sylvestris* üzerinde sözü edilen zararlı larvaları, aniden ortaya çıkararak kısa sürede ortaya çıkararak ibrelerde olağanüstü zarara neden olmaktadır (Beaudoin et al., 1997). *D.pini*'ye karşı mücadele yöntemleri aslında kültürel olup dayanıklı ağaç varyeteleri seçilmeli, uygun yerlerde uygun ağaç türü karışımı uygun aralıklarla yerleştirilmeli, drenaj ve ışıklanma durumu göz önünde tutularak

plantasyon yapılmalıdır (Pollini, 1979). *D.pini*'nin genç ve yaşlı larvaları kullanılarak 10 değişik am tür veya alttürünün sürgünleri üzerinde yapılan denemede, *P.sylvestris*'in *D.pini*'nin beslenmesine en uygun tür olduğu saptanmıştır (Auger and Geri, 1993).

Sonuç olarak belirtmek gerekirse; ankırı (Yapraklı) *Pinus* spp. orman alanlarında yapılan çalışmaya göre, *D.pini*'nin kışı kokon içerisinde olgun larva döneminde geçirdiği; hava sıcaklığının ort.15°C'ye ulaştığı haziran ayında kokonlarından çıkararak uçmaya başladıkları; bunların bıraktığı yumurtalardan çıkan larvaların Ağustos-Ekim ayları boyunca doğada bulunabildiği; sarıçam türünü (%92) karaama oranla (%31) tercih ettiği; larva dönemlerinin ilerlemesine paralel olarak zarar şiddetinin arttığı; 6 larva dönemini 6-7 hafta içerisinde tamamladığı anlaşılmıştır. Aynı çalışmada,

hava sıcaklığının 10°C'nin altına düştüğü Ekim ayı sonunda, zararlının son dönem larvalarının ağaçları terk ederek toprağın yaklaşık 10 cm derinliğine inerek hazırladığı kokon içerisinde kışı eupupa (olgun larva) halinde geçirdiği ve yılda bir döl verdiği saptanmıştır.

### Kaynaklar

Altenkirch, V. W. 1979. Massenvermehrung und Bekämpfung von Kieferngrossschadlingen in Niedersachsen 1977 bis 1979. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung in Mainz, 8-13 Oktober 1979 227, Berlin.

Auger, M. A., Geri, C. 1993. Effect of foliage of different pine species on the development and oviposition of the pine sawfly, *Diprion pini* L. (Hym., Diprionidae). 1. Foliage edibility for *D.pini*. Journal of Applied Entomology, 116 (5), 494-504.

Beaudoin, L., Allais, J. P., Guéri, C. 1997. Enzymatic polymorphism in natural populations of the sawfly *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae). Annales des Sciences Forestières de France, 54 505-512.

anakioğlu, H., Mol, T. 1998. Orman Entomolojisi: Zararlı ve Yararlı Böcekler. 541, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Daskalova, I., Kitin, B. 1973. Growth and Condition of *Pinus nigra* Plantations After Attack by *Diprion pini*. Naucni Trudove, Vissh Lesotekhnicheski Institut, Sofiya Gorsko Stopansto, 19 161-170.

Eichorn, O. 1976. Dauerzucht von *Diprion pini* L. (Hym., Diprionidae) im Laboratorium unter Berücksichtigung der Fotoperiode. Anzeiger für Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz, 49 (3), 494-504.

Geri, C., Goussard, F. 1989. Incidence de l'importance numerique des colonies larvaires sur l'induction de la diapause de *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae). Journal of Applied Entomology 108 (2), 131-137.

Herz, A., Heitland, W. 1995. Erste Ergebnisse zur Rolle verschiedener Parasitoidengilden von *Diprion pini* (L.) (Hymenoptera, Diprionidae) zu Zeiten der Latenz. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie, 10 (1-6), 59-62.

Konuku, M. 1999. Ormancılığımız. Turkish Forestry. 146.

Laurent Hervouet, N. 1986. Mesures des pertes de croissance radiale sur quelques especes de *Pinus* dues a deux defoliateurs forestiers. II. Cas du lophyre du pin dans le bassin parisien. Annales des Sciences Forestieres, 43 (4), 419-440.

Moiseenki, F. P., Kozhevnikov, A. M. 1976. The Increment of Pine Stands Damaged by Sawflies. Lesnoe Khozyaistvo 279-82.

Obrtel, R., Zejda, J., Holisova, V. 1978. Impact of small rodent predation on an overcrowded population of *Diprion pini* during winter. Folia Zoologica 27 (2), 97-110.

Özkazan, O. 1987. Ankara evresindeki am ağaçlandırma alanlarında zarar yapan *Diprion pini* (L.) (Hym.: Diprionidae)'nin biyolojisi üzerinde araştırmalar. Türkiye I. Entomoloji Kongresi (13-16 Ekim 1987), 199-208, Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir.

Pilt, E. 1986. Effect of Damage by *Diprion pini* on Height Increment of Grafted Scots Pines in a Seed Orchard. Metsanduslikud Uurimused, Estonian-SSR, 21 73-78.

Pollini, A. 1979. Diprionidi dannosi ai pini. Informatore Fitopatologico 29 (9), 19-21.

Sharov, A. A. 1993. (K. R. M. R. Wagner, Adaptations to Woody Plants), Academic Press, 409-429, San Diego.

Sharov, A. A., Safonkin, A. F. 1980. Seasonal dynamics of development of eggs and larvae of the pine sawfly *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae). Entomologicheskoe Obozrenie 59 (1), 73-78.

Tarsenko, I. M., Gorbunov, A. F., Kosov, E. P. 1981. The Common Pine Sawfly. Zashchita Rastenii, 11 32.

Velez, L., Diez, J. Y., Pajares, J. 2001. Biología de *Diprion pini* en la Sierra de Francia. III Congreso Forestal Español Publicación: Actas 45-52

## Vezirköprü-Sarıççek Orman İşletme Şefliği Sınırları İçerisinde Yer Alan Meşcerelerin Çap Dağılımlarının 3 Parametrelili Weibull Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu İle Modellenmesi

\*İlker ERCANLI<sup>1</sup>, Ferhat BOLAT<sup>1</sup>, Aydın KAHRİMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

<sup>2</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin

\*Sorumlu yazar: ilkerercanli@karatekin.edu.tr

### Özet

Bu çalışmada, Sarıççek Orman İşletme Şefliğinde yayılış gösteren farklı meşcereleri için 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun parametrelerinin tahmine ilişkin farklı eşitlikler ile çap dağılımlarının modellenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmaya konu meşcerelerden alınmış 428 örnek alan verisi kullanılarak çap dağılımlarının %25, %31, %50, %63 ve %95'lik değerlerine karşılık gelen çapları esas alan 5 farklı yüzdellik yöntemi ile 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun parametreleri tahmin edilmiştir. Rennolds vd. (1988) tarafından geliştirilen hata indeksine bağlı olarak yapılan karşılaştırmada, %31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; çalışma alanındaki meşcerelerinin çap dağılımını modellemeye en başarılı parametre tahmin yöntemi olarak belirlenmiştir. Ayrıca, olasılık yoğunluk fonksiyonunun parametrelerinin çeşitli meşcere özelliklerine göre değişimleri değerlendirildiğinde; parametre değerleri ile ağaç tür karışımları ve çağ sınıfları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Meşcere kapalılığının ise meşcere çap dağılımını modelleyen Weibull fonksiyonunun parametre değeri üzerinde bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Çap dağılım modelleri, 3 Parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu, Yüzdellikleri esas alan parametre tahmin yöntemi

## Modelling Stand Diameter Distribution by Using 3-Parameters Weibull Probability Density Function in Sarıççek-Vezirköprü Forest Enterprise

### Abstract

In this study, it is aiming to model stand diameter distribution by using different parameter prediction methods for 3-Parameter Weibull probability density function in Sarıççek Forest Enterprise. The parameter of Weibull pdf were estimated by using five methods based on 25<sup>th</sup>, 31<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 63<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles obtained from data including 428 sample plots. In evaluations based on Rennolds et. al. (1988)'s error index values, the method using some equations including 31<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup> and 63<sup>th</sup> percentiles were assessed to the most successful technique for modeling stand diameter in studied forest areas. When the relationships between the parameters of Weibull function and some stand attributes were analyzed, the statistical significant relationships were obtained for species admixtures and stand diameter classes. However, it is determined that stand crown closure has no effect on the value of the parameters of 3-Parameter Weibull probability density function.

**Keywords:** Stand diameter distribution models, 3-Parameter Weibull probability density function, Parameter prediction method based on percentile values

### Giriş

Ormanların artım ve büyüme potansiyelleri ile birlikte meşcere yapıları hakkındaki bilgiler ve meşcere yapılarının; yetiştirme ortamı verim gücü, yaş, sıklık derecesi ve karışım oranı ile ilişkilerinin bilinmesi; ormanların planlanması açısından önem taşımaktadır (Yavuz vd., 2002). Meşcere yapılarını, meşcere içinde ağaçların çap basamaklarına dağılımı tanımlanmakta ve özellikle, günümüz ve gelecekteki çap dağılımlarının ortaya konulması ile de başta orman amenajmanı olmak üzere ormancılık uygulamalarına meşcere hakkında önemli bir bilgi kaynağı sağlanmaktadır (Maltoma, 1997). Ormanlardan elde edilecek ürün çeşitlerinin

belirlenmesi, meşcerelerin çap dağılımlarının tahmin edilmesi ile mümkün olabilmekte ve ormanların planlanmasında da bu bilgiye ciddi anlamda gereksinim duyulmaktadır (Rennolds et. al., 1985; Borders and Patterson, 1990; Laar and Akça, 2007).

Ormancılıkta çap dağılımları konusundaki ilk çalışmalar olarak; 1883 yılında Gram'ın kayın meşcerelerinin çap dağılımlarını normal dağılım ve 1898 yılında De Liocourt'un değişik yaşlı meşcerelerde çap dağılımlarını exponential dağılım ile modellediği çalışmalar ifade edilebilir (Leak, 1965; Packard, 2000). Meyer ve Stevenson (1943), De Liocourt'un exponential dağılım modelini;

“Negatif Exponansiyel Dağılım”a dönüştürerek değişik yaşlı karışık meşcerelerin çap dağılımını modellemek için kullanmışlardır (Yavuz vd., 2002). Özellikle 1930’lı yıllarda, çeşitli matematik serileri kullanılarak çap dağılımları modellenmeye çalışırken, özellikle 1960’lı yıllarla birlikte ise, ormancılıkta çap dağılımlarının modellenmesinde istatistik yoğunluk fonksiyonları “probability density function (pdf)”kullanılmıştır (Packard, 2000). Olasılık yoğunluk fonksiyonları, belirli bir çap başmağındaki olası birey sayısının meşceredeki toplam birey sayısına oranı olarak tahminler yapan fonksiyonlar olup, 0 ile 1 arasında tahmin sonuçları vermektedirler (Bailey ve Dell, 1973). Clutter ve Bennet (1965)’in çap dağılımlarını dört parametrelili beta fonksiyonu ile modellediği çalışma ise çap dağılımlarının modellenmesinde olasılık yoğunluk fonksiyonlarının ilk olarak kullanıldığı çalışmadır (Packard, 2000). Daha sonraki yıllarda, çap dağılımlarının modellenmesinde farklı olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılarak birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Bailey ve Dell, 1973; Smalley ve Bailey, 1974; Haffley ve Schreuder, 1977; Rennols vd., 1985; Knoebel vd., 1986; Pukkala vd., 1990; Saramaki, 1992; Maltamo vd., 1995; Maltamo, 1997; Packard, 2000; Liu vd., 2004; Palahi vd., 2006; Podlaski 2006; Nord-Larsen ve Cao, 2006; Palahi vd., 2007).

Ormancılıkta, meşceredeki ağaçların çap basamaklarına dağılımlarını modellemek üzere Normal (Bailey, 1980), Lognormal (Bliss ve Reinker, 1964), Gamma (Nelson, 1964), Beta (Clutter ve Bennet, 1965; Zöhrer, 1969), Johnson’s SB (Johnson, 1949) ve Weibull dağılımı (Weibull, 1951; Bailey ve Dell, 1973) gibi farklı olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılmaktadır (Ercanlı ve Yavuz, 2010). Ancak, son yıllardaki çalışmalarda, 3 parametrelili Weibull dağılımı kullanımı öne çıkmaktadır. Bu olasılık yoğunluk fonksiyonu, 3 parametrelili esnek fonksiyon yapısı ile özellikle farklı çap dağılımlarını modellemede, başarılı sonuçlar vermiştir.

Ülkemizde, Saraçoğlu (1988) tarafından Karadeniz Yöresi değişik yaşlı Gökmar meşcerelerinin çap dağılımlarını, Meyer’in üssel yoğunluk fonksiyonu ile modellemiştir. Daha sonraki yıllarda, Meyer’in üssel yoğunluk fonksiyonunu, Atıcı (1998) değişik yaşlı Doğu Kayını meşcereleri için kullanmıştır. Carus (1996), eşit yaşlı Doğu kayını meşcerelerin çap dağılımlarını modellemek üzere, Gama, Beta, Weibull ve Normal dağılımları

kullanmış ve Gamma dağılımının çap dağılımlarını modellemede en başarılı fonksiyon olduğunu ifade etmiştir. Yavuz vd. (2002), Dişbudak meşcerelerinin çap dağılımlarının modellenmesinde, Normal, Log-Normal, Gamma ve Weibull dağılımlarını kullanmış ve en başarılı dağılımın 2 parametrelili Weibull dağılımı olduğunu ifade etmiştir. Carus ve Çatal (2008) çalışmasında, 7 ağaç örnekleme yöntemine göre elde edilmiş örnek alanlarda çap basamaklarının modellenmesinde Beta, Gamma, Normal, Log-Normal ve Weibull dağılımları karşılaştırılmış ve en uygun modelin log-Normal fonksiyonun olduğu belirlenmiştir. Ercanlı (2010) ve Ercanlı ve Yavuz (2010), Doğu ladini-Sarıçam karışık meşcerelerinin çap dağılımlarını modellemede Sarıçam için ise 3 parametrelili Weibull fonksiyonun en başarılı fonksiyonlar olduğunu saptamıştır. Sönmez vd. (2010) ve Kahrıman ve Yavuz (2011), meşcerelerin çap dağılımlarını modellemede, olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanmışlardır. Karakaş (2013) doğal Fıstık çamı meşcerelerinin çap dağılımlarını Weibull fonksiyonu ile oluşturmuş ve bu fonksiyona ait parametrelerin tahmininde maksimum olabilirlik, yüzdellik değerleri esas alan yöntem ve hibrid yöntemini kullanmış ve en başarılı parametre tahmin yönteminin yüzdellikleri esas alan metot olduğunu ortaya koymuştur. Ercanlı vd. (2013) 3-parametrelili Weibull fonksiyonunun parametrelerini çap dağılımının bazı yüzdellik ve moment değerleri ile tahmin etmiş ve 25%, 50% and 63% değerleri kullanan yöntemin en başarılı olduğunu ortaya koymuşlardır. Doğdaş (2014), Burdur-Ağlasun yöresi Kızılcım (Pinus brutia Ten.) ormanlarında ağaç sayısı, hacim ve hacim artımının çap basamaklarına dağılımlarının modellenmesinde; çap dağılımlarını temsil etmede en başarılı fonksiyonların meşcere ağaç sayısı için Johnson SB meşcere hacim ve meşcere hacim artımı için 3 Parametrelili Gamma olduğu tespit etmiştir.

Bu çalışmada, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Sarıççek Orman İşletme Şefliğinde yayılış gösteren farklı meşcerelerin çap dağılımlarının modellenmesinde, 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonun parametrelerinin tahmine ilişkin farklı eşitlikler ile çap dağılımlarının modellenmesi amaçlanmaktadır.

### **Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada kullanılan veriler, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme

Müdürlüğü, Sarıççek Orman İşletme Şefliğinde yapılan Orman amenajmanı envanter çalışmalarında elde edilmiştir. Bu envanter çalışmasında, farklı orman meşcerelerinin yapılarını temsil etmek üzere 428 adet örnek alan alınmıştır. Bu örnek alanlarda, standart orman envanteri ölçümleri yapılmıştır. Özellikle örnek alanların meşcere tiplerine dağılımı ile çap ölçümlerine ilişkin çeşitli istatistikler ise, Tablo 1’de verilmiştir. Özellikle Tablo 1 incelendiğinde, 53 farklı meşcere tipi gözlemlenmiş olup, en çok rastlanılan ilk 5 meşcere tipi ise; 45 kez CkCd3, 37 kez Ckc3, 31 kez Czcd2, 28 kez Ckbc3 ve 19 kez Ckcd1’dir. Bu meşcere tipleri bütünüyle değerlendirildiğinde ise, çalışma alanındaki meşcerelerin Karaçam, Kızılçam, Sarıçam, Kayın ve Meşe ağaç türlerinden oluşan meşcereler olduğu görülmektedir.

### Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları

Ormancılıkta, belirli çap basamaklarındaki/kademelerindeki birey sayılarını modellemek ve çap dağılım modellerini geliştirmek üzere, istatistik biliminde önemli bir yeri olan Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları “Probability Density Function (pdf)” kullanılmaktadır. Bu fonksiyonlar, belirli bir çap basamağındaki birey sayısının, meşceredeki toplam ağaç sayısına oranını veren ve böylece 0 ile 1 arasında tahminler yapan fonksiyonlardır. Bu fonksiyonlara örnek olarak; Normal (Bailey, 1980), Lognormal (Bliss ve Reinker, 1964), Gamma (Nelson, 1964), Beta (Clutter ve Bennet, 1965; Zöhrer, 1969), Johnson’s SB (Johnson, 1949) ve Weibull dağılımı (Weibull, 1951; Bailey ve Dell, 1973) gibi farklı olasılık yoğunluk fonksiyonları verilebilir.

Çap dağılımlarının modellenmesine ilişkin bu süreçte birçok farklı olasılık yoğunluk fonksiyonu denenmiştir. Diğer taraftan yapılan birçok çalışmada, çap dağılımlarını modellemede 3 Parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu başarılı sonuçlar vermiştir (Smalley ve Bailey 1974, Lohrey ve Bailey 1977; Feduccia vd. 1979, Matney ve Sullivan 1982, Clutter vd. 1984, Baldwin ve Feduccia 1987; Liu vd., 2004; Čavlović vd., 2006; Palahi vd. 2006; Zhang ve Liu, 2006; Gorgoso-Varela vd. 2007; Jiang ve Brooks 2009; Andrasev vd. 2009). Bu çalışmada da, diğer birçok çap dağılımına ilişkin çalışmada başarıyla kullanılmış olan 3 parametrelili Weibull fonksiyonu; meşcerelerinin çap dağılımını modellemede kullanılmak üzere seçilmiştir.

Tablo 1. Örnek alanların meşcere tiplerine dağılımı ve çeşitli istatistiksel bilgiler

Meşcere Tipi	Örnek Alan Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı (%)
Çkb <sub>3</sub>	8	14.36	5.17	35.98
Çkbc <sub>2</sub>	2	21.57	6.30	29.19
Çkbc <sub>3</sub>	28	17.11	7.65	44.73
Çkc <sub>2</sub>	7	19.68	10.60	53.85
Çkc <sub>3</sub>	37	19.84	8.04	40.52
Çkcd <sub>1</sub>	19	21.86	12.88	58.90
Çkcd <sub>2</sub>	13	21.48	10.41	48.44
Çkcd <sub>3</sub>	45	22.76	10.57	46.45
ÇkÇscd <sub>3</sub>	6	23.31	11.97	51.34
ÇkÇsd <sub>3</sub>	8	35.45	19.43	54.81
ÇkÇsKncd <sub>3</sub>	6	22.94	12.44	54.24
ÇkÇzc <sub>2</sub>	15	19.21	9.12	47.47
ÇkÇzc <sub>3</sub>	3	18.19	8.11	44.62
Çkd <sub>2</sub>	6	26.98	15.72	58.26
Çkd <sub>3</sub>	10	28.99	12.07	41.64
ÇkKnc <sub>3</sub>	4	18.88	10.19	53.99
ÇkKnd <sub>3</sub>	8	22.87	11.66	50.99
ÇkKnMab <sub>3</sub>	5	9.67	1.88	19.40
ÇkMbc <sub>2</sub>	2	18.44	8.84	47.96
Çsb <sub>3</sub>	5	11.53	2.42	20.95
ÇsÇkb <sub>3</sub>	4	13.10	6.02	45.98
ÇsÇkc <sub>3</sub>	6	21.48	9.28	43.18
ÇsÇkd <sub>1</sub>	3	34.10	21.23	62.25
ÇsÇkd <sub>3</sub>	6	30.54	13.49	44.19
ÇsÇkKnab <sub>3</sub>	5	9.77	1.67	17.08
Çsd <sub>3</sub>	8	39.21	10.52	26.83
ÇsKnbc <sub>3</sub>	4	12.05	3.87	32.14
ÇsKnÇkd <sub>3</sub>	9	27.75	13.35	48.11
ÇsKnd <sub>3</sub>	6	28.93	12.19	42.14
Çzbc <sub>2</sub>	3	17.01	5.41	31.79
Çzc <sub>2</sub>	9	23.12	7.54	32.64
Çzc <sub>3</sub>	7	20.23	8.00	39.56
Çzcd <sub>2</sub>	31	23.54	9.34	39.66
Çzcd <sub>3</sub>	2	29.15	9.25	31.72
ÇzÇkc <sub>2</sub>	4	21.56	10.40	48.21
ÇzÇkc <sub>3</sub>	3	19.12	7.50	39.24
ÇzÇkcd <sub>2</sub>	8	21.09	8.67	41.13
Çzd <sub>1</sub>	3	25.76	10.89	42.26
Knc <sub>3</sub>	3	18.52	6.22	33.57
Kncd <sub>2</sub>	3	23.32	11.53	49.44
Kncd <sub>3</sub>	6	22.06	11.71	53.08
KnÇkbc <sub>3</sub>	8	18.60	9.90	53.21
KnÇkc <sub>3</sub>	6	19.53	9.52	48.72
KnÇkcd <sub>1</sub>	3	22.23	11.45	51.52
KnÇkcd <sub>3</sub>	3	23.02	11.75	51.05

Tablo 1.(devam)

Meşcere Tipi	Örnek Alan Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı (%)
KnÇkGbc <sub>3</sub>	3	19.03	11.39	59.85
KnÇsab <sub>3</sub>	4	14.96	2.82	18.87
KnÇsc <sub>3</sub>	4	24.01	11.32	47.13
KnÇscd <sub>3</sub>	7	21.06	11.35	53.89
KnÇsÇkc <sub>3</sub>	6	23.74	11.87	50.00
KnÇsd <sub>3</sub>	4	24.92	16.82	67.48
Kn <sub>d3</sub>	3	25.90	12.98	50.12
KnGÇkcd <sub>3</sub>	7	19.08	11.73	61.50

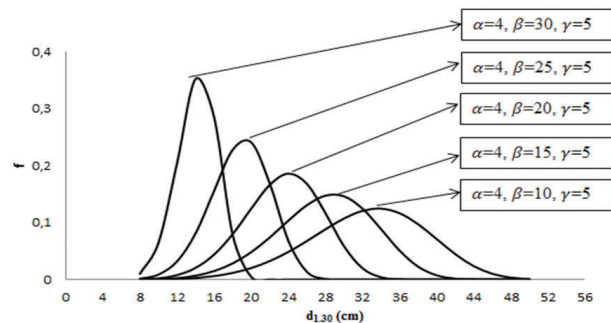
3 parametrelili Weibull Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (Bailey ve Dell, 1973)

$$F(x, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

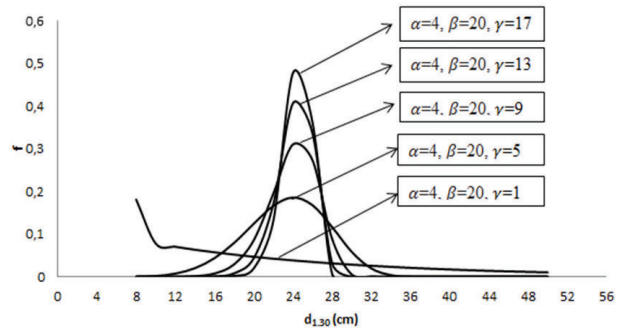
Bu formülde, x: çap (cm),  $\alpha, \beta, \gamma$  ise olasılık yoğunluk fonksiyonun parametreleridir. Bu parametrelerden,  $\alpha$  (alfa); Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonun konum (location) parametresi iken,  $\beta$  (beta); ölçek (scale) parametresi ve  $\gamma$  (lambda) ise; biçim (shape) parametresidir. Kümülatif Weibull dağılımı ise aşağıda verilmiştir.

$$F(x, \alpha, \beta, \gamma) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

Weibull fonksiyonun konum parametresi ( $\alpha$ ); çap dağılımdaki en küçük çap değeri ile ilişkili iken, ölçek parametresi ( $\beta$ ); çap dağılımın yaygınlığını ve biçim parametresi ( $\gamma$ ) ise; dağılımın şeklini tanımlamaktadır. Şekil 1’de, ölçek parametresine ( $\beta$ ) göre Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonuna değişimi görülebilirken, biçim parametresine ( $\gamma$ ) bağlı olarak değişim ise Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Ölçek parametresine ( $\beta$ ) göre Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun değişimi



Şekil 2. Biçim parametresine ( $\gamma$ ) göre Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonunun değişimi

### Parametre Tahmin Yöntemleri

Ormancılıkta çap dağılımlarının modellenmesinde yaygın bir şekilde tercih edilen 3 parametrelili Weibull fonksiyona ilişkin parametrelerin tahmin edilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler (i) doğrusal olmayan regresyon analizi (nonlinear regression), (ii) maksimum olasılık (maximum likelihood estimation), (iii) dağılım momentlerini esas alan eşitlikler (moment-based parameter recovery), (iv) dağılım yüzdeleri esas alan eşitlikler (percentile-based parameter recovery)’dir. Bu çalışmada, özellikle çap dağılımlarının modellenmesinde basit ve uygulanabilir yöntemler olan ve meşcerelerin çap dağılımlarının modellenmesinde başarıyla uygulanan (Knowe, 1992; Bailey vd., 1989; Knowe vd., 1997; Liu vd., 2004; Cao, 2004; Produel, 2011; Produel ve Cao, 2013) yüzdeleri esas alan eşitlikler kullanılmıştır.

Çap dağılımlarına ilişkin yüzdelerin kullanımında, farklı yüzdelik değerleri tercih edilmektedir. Farklı yüzdelik değerlerin kullanımı ile birlikte farklı parametre tahminine ilişkin eşitlikler söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada; çap dağılımlarının %25, %31, %50, %63 ve %95’lik değerlerine karşılık gelen çapları esas alan 5 farklı yöntem kullanılmıştır. Bu 5 farklı yöntemle ilişkin eşitlikler, Tablo 2’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu eşitliklerde yer alan çap dağılımına ilişkin çeşitli yüzdelik değerlerinin hesaplanmasında SPSS adlı bir istatistik paket programı kullanılmıştır (SPSS 15.0 Inc., 2005).

### Farklı tahmin yöntemlerinin karşılaştırılması

Bir örnek alanda ağaçların çap basamaklarına dağılımını modellemek üzere kullanılan 3 parametrelili Weibull fonksiyonun parametrelerinin tahmin edilmesinde; Tablo 2’de eşitlikleri verilmiş

Tablo 2. Olasılık Yoğunluk fonksiyonlarının parametrelerinin tahminine ilişkin eşitlikler

Yöntem	Eşitlikler
%31 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha = 0.5 \cdot d_{min}$ $\gamma = \frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0.63)}{\ln(1-0.31)}\right)}{\ln(d_{%63}-\alpha)-\ln(d_{%31}-\alpha)}$ $\beta = \frac{d_{%63}-\alpha}{(-\ln(1-0.63))^{\frac{1}{\gamma}}}$
%50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha = 0.5 \cdot d_{min}$ $\gamma = \frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0.95)}{\ln(1-0.50)}\right)}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%50}-\alpha)}$ $\beta = \frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0.50))^{\frac{1}{\gamma}}}$
%25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha = 0.5 \cdot d_{min}$ $\gamma = \frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0.95)}{\ln(1-0.25)}\right)}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%25}-\alpha)}$ $\beta = \frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0.50))^{\frac{1}{\gamma}}}$
%31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha = 0.5 \cdot d_{min}$ $\gamma = \frac{\ln\left(\frac{\ln(1-0.63)}{\ln(1-0.31)}\right)}{\ln(d_{%63}-\alpha)-\ln(d_{%31}-\alpha)}$ $\beta = \frac{d_{%50}-\alpha}{(-\ln(1-0.50))^{\frac{1}{\gamma}}}$
Minimum çapı ve dg ile %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha = \frac{n^{0.3333} \cdot d_{min} - d_{%50}}{n^{0.3333} - 1}$ $\gamma = \frac{2.343088}{\ln(d_{%95}-\alpha)-\ln(d_{%25}-\alpha)}$ $\beta = \frac{\alpha \cdot \Gamma_1}{\Gamma_2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\Gamma_2}\right) \cdot (\Gamma_1^2 - \Gamma_1) + \left(\frac{dg^2}{\Gamma_2}\right)}$

Eşitliklerde; n; örnek alandaki ağaç sayısını,  $d_{min}$ ; örnek alandaki minimum çapı,  $d_{(%25)}$ ,  $d_{(%31)}$ ,  $d_{(%50)}$ ,  $d_{(%63)}$ ,  $d_{(%95)}$ ; çap dağılımında verileri küçükten büyüğe doğru sıralandığında %25'lik, %31'lik, %50'lik, %63'lik ve %95'lik veriye karşılık gelen çap değerini,  $d_g$ ; örnek alan için hesaplanan göğüs yüzeyi orta ağacının çapını ve  $\Gamma$ ; gamma dağılımını ifade etmekte,  $\Gamma_1 = \Gamma(1+1/\gamma)$  ve  $\Gamma_2 = \Gamma(1+2/\gamma)$  olarak hesaplanmaktadır.

5 farklı yöntem kullanılmıştır. Çap dağılımlarının modellenmesinde kullanılan bu yöntemlerden ağaçların çap basamaklarına dağılımlarını en iyi temsil eden fonksiyonun belirlenmesinde, Rennolds vd. (1988) tarafından geliştirilen hata indeksi "error index" değeri kullanılmıştır;

$$e = \sum_{i=1}^m |N_{Tahmin} - N_{aktüel}|$$

Burada  $e$ ; hata indeksini,  $m$ ; örnek alandaki çap basamağı sayısı,  $N_{Tahmin}$ ; ilgili olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tahmin edilen ağaç sayısı,  $N_{aktüel}$ ; çap basamağındaki ölçülen ağaç sayısını göstermektedir.

Bu çalışmada, örnek alanda en küçük hata indeksine sahip parametre tahmin yöntemine 1 sıra numarası verilerek, hata indeksinin değerine bağlı olarak giderek artan bir şekilde parametre tahmin yöntemlerine sıra numaraları verilmiştir. Bu bakımdan, 5 farklı yöntem örnek alanların çap dağılımlarını temsil etmedeki başarıları bakımından sıralanmıştır. Parametre tahmin yöntemlerinin örnek alanlardaki çap dağılımlarını modellemedeki başarı durumlarını ifade eden sıra numaralarının ortalaması alınarak, en küçük sıra numarası ortalamasına sahip yöntem; çap dağılımlarını en iyi temsil eden fonksiyon olarak kabul edilmiştir (Ercanlı, 2010).

Tablo 3. Olasılık Yoğunluk fonksiyonlarının parametre tahminine ilişkin çeşitli istatistikî değerler

	Parametreler	Min.	Max.	Ort.	Std. sapma	Varyasyon Katsayısı
%31 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha$	4.0000	16.5000	4.3233	1.4655	33.8977
	$\beta$	5.0065	64.9951	19.8248	7.7679	39.1827
	$\gamma$	0.5050	9.6530	2.1442	1.2676	59.1176
%50 ve %95'lik değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha$	4.0000	16.5000	4.3233	1.4655	33.8977
	$\beta$	4.7281	66.2921	19.3931	7.2345	37.3045
	$\gamma$	0.5546	9.4953	2.0625	1.1105	53.8424
%25, %50 ve %95'lik değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha$	4.0000	16.5000	4.3233	1.4655	33.8977
	$\beta$	4.4405	71.7820	19.4803	7.8540	40.3177
	$\gamma$	0.7261	7.5289	1.9747	0.9223	46.7058
%31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha$	4.0000	16.5000	4.3233	1.4655	33.8977
	$\beta$	4.3461	75.8001	19.7232	8.3979	42.5788
	$\gamma$	0.5050	9.6530	2.1442	1.2676	59.1176
Minimum çap ve dg ile %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitlikler	$\alpha$	-6.5029	31.0602	6.9630	3.0717	44.1146
	$\beta$	0.4610	7.7944	1.5730	0.8243	52.4031
	$\gamma$	0.5215	73.5410	20.1254	7.5215	37.3732

### Bulgular

Tablo 3'te, 5 farklı yöntem ile hesaplanan 3 parametrelili Weibull fonksiyonunun parametre tahminine ilişkin çeşitli istatistiki bilgiler verilmiştir. Bu değerler değerlendirildiğinde, ilk dört yöntemin parametre tahmin değerleri arasında önemli farklar mevcut değilken, özellikle minimum çap ve dg ile %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan 5. yöntemin parametre tahminlerinin diğer yöntemlerden önemli farklar gösterdiği görölmektedir.

Tablo 4'te, bu çalışmada kullanılan 3 parametrelili Weibull fonksiyonunun parametre tahminine ilişkin 5 farklı yöntemin hata indeksi değerine göre aldığı sıra numaraları dağılımları ile ortalama sıra numarası değerleri verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, Weibull fonksiyonu için; %31 ve %63'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; 86 kez 1. sırada, 112 kez 2. sırada, 57 kez 3. sırada, 82 kez 4. sırada, 91 kez 5. sırada yer almış olup, ortalama sıra numarası 2.95327'dir. %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; 108 kez 1. sırada, 64 kez 2. sırada, 82 kez 3. sırada, 66 kez 4. sırada, 108 kez 5. sırada yer almış olup, ortalama sıra numarası 3.00467'dir. %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; 50 kez 1. sırada, 91 kez 2. sırada, 134 kez 3. sırada, 108 kez 4. sırada, 45 kez 5. sırada yer almış olup, ortalama sıra numarası 3.01635'dir. %31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; 85 kez 1. sırada, 102 kez 2. sırada, 72 kez 3. sırada, 102 kez 4. sırada, 67 kez 5. sırada yer almış olup, ortalama sıra numarası 2.91589'dur. Minimum çapı ve dg ile %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan parametre tahmin yöntemi; 99 kez 1. sırada, 59 kez 2. sırada, 85 kez 3. sırada, 69 kez 4. sırada, 116 kez 5. sırada ve 15 kez ise 6. sırada yer almış olup, ortalama sıra numarası 3.10280'dir.

3 parametrelili Weibull fonksiyonunun parametre tahmin yöntemlerine başarı durumları değerlendirildiğinde, en küçük 2.91589'lük ortalama sıra numarasına sahip olan %31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitliklere dayanan Weibull fonksiyonuna ilişkin parametre tahmin yöntemi; çalışma alanındaki meşcerelerinin çap dağılımlarını modellemede en başarılı parametre tahmin yöntemi olduğu ortaya çıkmaktadır. Daha sonra sırasıyla; %31 ve %63'lük çap değerlerinin kullanan yüzdellikler yöntemi (2.95327 ortalama

sıra numarası), %50 ve %95'lik çap değerlerini kullanan yüzdellikler yöntemi (3.00467 ortalama sıra numarası), %25, %50 ve %95'lik çap değerlerini kullanan yüzdellikler yöntemi (3.01635 ortalama sıra numarası) gelmektedir. En son sırada ise; minimum çap ve dg ile %25, %50 ve %95'lik çap değerlerini kullanan yüzdellikler yöntemidir (3.10280 ortalama sıra numarası) gelmektedir.

Tablo 4. Olasılık Yoğunluk fonksiyonlarının parametre tahminine ilişkin kullanılan yöntemlerin hata indeksi değerine göre aldığı sıra numaraları dağılımları ve ortalama sıra numaraları

Parametre Tahmin Yöntemi	Sıra Numaraları					Ort.Sıra No
	1	2	3	4	5	
%31 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	86	112	57	82	91	2,95327
%50 ve %95'lik değerleri esas alan eşitlikler	108	64	82	66	108	3,00467
%25, %50 ve %95'lik değerleri esas alan eşitlikler	50	91	134	108	45	3,01635
%31, %50 ve %63'lük değerleri esas alan eşitlikler	85	102	72	102	67	2,91589
Minimum çap ve dg ile %25, %50 ve %95'lük değerleri esas alan eşitlikler	99	59	85	69	116	3,10280

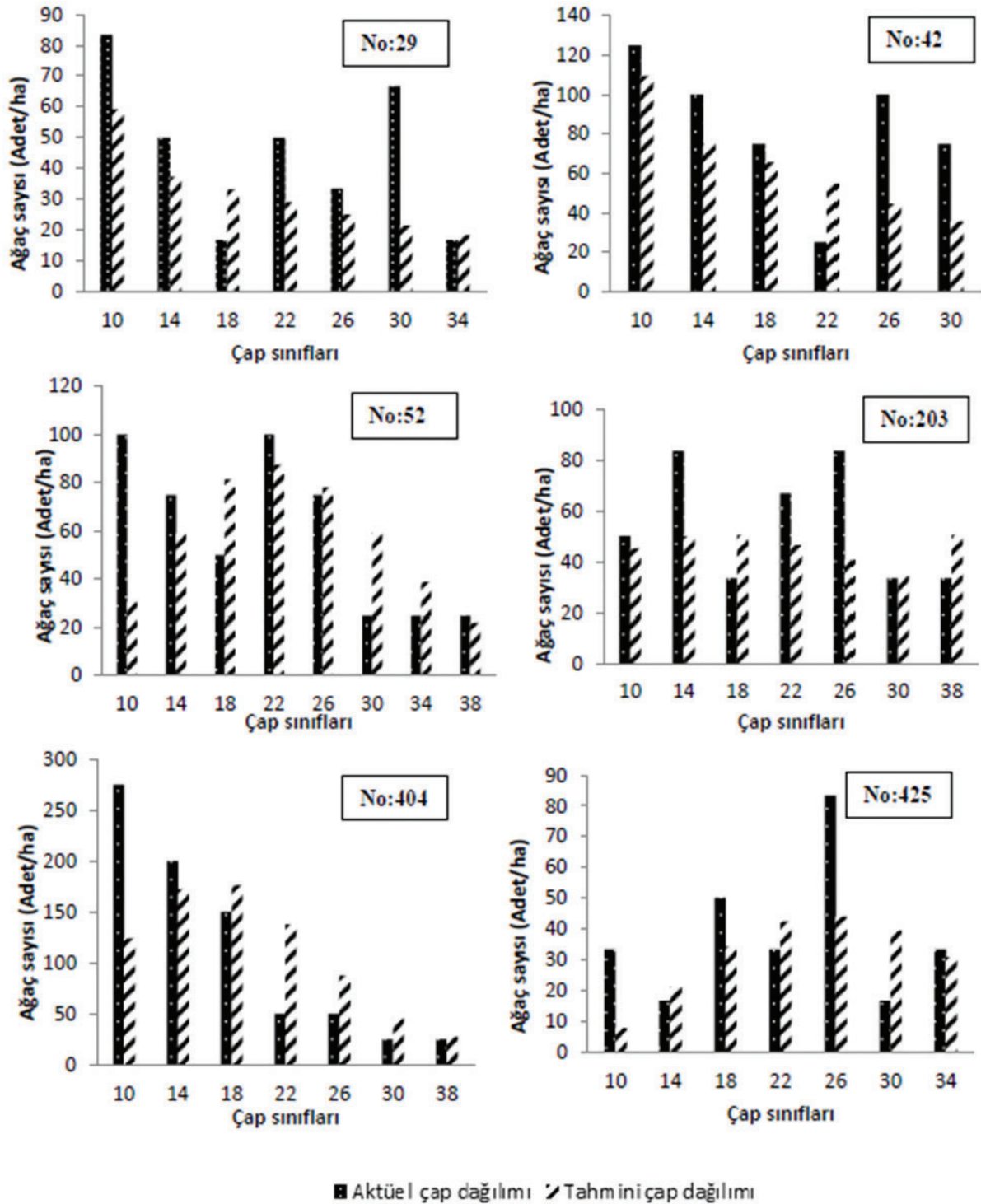
Bu çalışmada çap dağılımlarını modellemede en başarılı olarak belirlenen %31, %50 ve %63'lük çap değerlerini kullanan yüzdellikler yöntemi ile gerçeğleştirilen parametre tahminleri ile tahmini çap dağılımları, çalışma kapsamında alınmış olan 6 örnek alan için oluşturulmuş ve arazide gözlemlenen çap dağılımları ile birlikte Şekil 3'te verilmiştir. Bu Şekiller incelendiğinde, farklı meşcere yapıları için 3 parametrelili Weibull dağılımları ile aktüel çap dağılımlarına yakın dağılımlar elde edildiği görölmektedir.

Meşcerelerin çap dağılımlarını modellemek üzere 3 parametrelili Weibull fonksiyonunun parametrelerini tahmin eden en iyi yöntem belirlendikten sonra, %31, %50 ve %63'lük çap değerlerini kullanan yüzdellikler yöntemi ile tahmin edilen parametrelerin bazı meşcere özellikleri ile ilişkileri de araştırılmıştır. Bu çalışmada değerlendirilen meşcere özellikleri; ağaç tür karışımları, çağ sınıfları ve kapalılıktır. Ağaç tür karışımları arasındaki farklılığı test etmek için yapılan tek yönlü varyans analizi ile ağaç tür çeşitleri arasında  $\alpha$  ( $F_{\text{hesap}}=0.782$ ,  $P(0.584) > 0.05$ ) için bir farklılık belirlenemezken,  $\beta$  ( $F_{\text{hesap}}=3.238$ ,



P (0.000) < 0.05) ve  $\gamma$  (Fhesap=6.744, P (0.000) < 0.05) parametreleri için ise istatistiksel olarak anlamlı farklar hesaplanmıştır. Homojen alt grupları belirlemek üzere yapılan S-N-K (Student-Newman-Keuls) analizi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde; CkKnMe en dūřuk  $\beta$  parametresine sahip iken, Cz, Kn, KnCsCk,

CsCk, CkCs, Cs ve CsKnCk en yūřsek, dięer aęaę tūr karıřımları ise orta deęerdeki  $\beta$  parametre deęerlerine sahiptirler. Cs, CkCsKn ve CkKnMe aęaę tūr karıřımlarına iliřkin  $\gamma$  parametre deęerleri, dięer tūr karıřımlardan daha būyuk deęerlerde hesaplanmıřtır (Tablo 5).



Şekil 3. Bazı örnek alanlar için 3 paramereli Weibull dağılımı ile tahmin edilen çap dağılımları ile aktüel çap dağılımlarını gösteren grafik

Tablo 5. Ağaç tür çeşitlerine göre  $\beta$  ve  $\gamma$  parametreleri için S-N-K analizi sonuçları

Ağaç tür çeşitleri	Veri Sayısı	Ortalamalar	
		$\beta$	$\gamma$
CkKnMe	5	5.3453 <sup>a</sup>	3.7975 <sup>b</sup>
CsCkKn	5	6.1980 <sup>ab</sup>	1.7100 <sup>a</sup>
KnGck	7	14.8268 <sup>ab</sup>	1.6890 <sup>a</sup>
CkCz	3	16.7411 <sup>ab</sup>	1.7597 <sup>a</sup>
KnCk	20	17.2393 <sup>ab</sup>	1.9871 <sup>a</sup>
CkKn	13	17.4980 <sup>ab</sup>	1.9252 <sup>a</sup>
KnCkG	3	18.2227 <sup>ab</sup>	1.3335 <sup>a</sup>
KnCs	18	18.4378 <sup>ab</sup>	1.7900 <sup>a</sup>
CkMe	2	18.6508 <sup>ab</sup>	1.4723 <sup>a</sup>
CsKn	10	18.9255 <sup>ab</sup>	3.3114 <sup>ab</sup>
Ck	174	19.0358 <sup>ab</sup>	2.0439 <sup>a</sup>
CkCsKn	6	19.7759 <sup>bc</sup>	4.1658 <sup>b</sup>
Cz	56	21.2816 <sup>c</sup>	2.3394 <sup>a</sup>
Kn	15	21.6287 <sup>c</sup>	1.5746 <sup>a</sup>
KnCsCk	6	22.5825 <sup>c</sup>	1.6958 <sup>a</sup>
CsCk	34	22.6436 <sup>c</sup>	2.0277 <sup>a</sup>
CkCs	29	22.7246 <sup>c</sup>	1.6300 <sup>a</sup>
Cs	13	23.8778 <sup>c</sup>	4.6543 <sup>b</sup>
CsKnCk	10	25.1225 <sup>c</sup>	1.8530 <sup>a</sup>

a, ab, b, bc ve c ortalama değerlerine göre S-N-K analizi ile belirlenen farklı grupları gösterir, grupların sıralanışı a<ab<b<bc<c biçimindedir.

Meşcerelerin saf ya da karışık olması ile ağaç tür karışım durumlarına göre 3 parametrelili Weibull fonksiyonun parametrelerinin değişimi analiz edildikten sonra, ayrıca meşcerelerin çağ sınıfları ile kapalılığa göre parametrelerin değişimi de değerlendirilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; meşcere kapalılığına göre arasında  $\alpha$  (Fhesap=0.859, P (0.424) > 0.05),  $\beta$  (Fhesap=2.483, P (0.085) > 0.05) ve  $\gamma$  (Fhesap=2.234, P (0.108) > 0.05) parametreleri için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmemiştir. Meşcere çağ sınıfları bakımından ise;  $\alpha$  (Fhesap=4.603, P (0.254) > 0.05) parametresi için önemli bir fark belirlenemezken,  $\beta$  (Fhesap=49.335, P (0.000) < 0.05) ve  $\gamma$  (Fhesap=6.949, P (0.000) < 0.05) parametreleri için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Tablo 6'daki analiz sonuçları değerlendirildiğinde; en yüksek  $\beta$  parametresine d çağ sınıfındaki meşcereler

sahip iken, daha sonra sırasıyla cd ve c ile bc ve b meşcereleri gelmekte ve en küçük parametre değerine ise ab çağ sınıfındaki meşcerelerin sahip olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 6). Bununla birlikte, en yüksek  $\gamma$  parametresi; ab çağ sınıfındaki meşcereler ile en küçük  $\gamma$  parametresi ise; bc, c, cd ve d çağ sınıfındaki meşcereler için hesaplanmış olup, b çağ sınıfındaki meşcereler için ise orta düzeyde  $\gamma$  parametresi elde edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Ağaç tür çeşitlerine göre  $\beta$  ve  $\gamma$  parametreleri için S-N-K analizi sonuçları

Ağaç Tür Çeşitleri	Veri Sayısı	Ortalamalar	
		$\beta$	$\gamma$
ab	13	7.1579a	3.5880c
b	21	9.7536a	2.9255b
bc	46	14.6407b	2.1812a
c	115	18.4772c	2.0401a
cd	159	20.4363c	1.9066a
d	75	28.3283d	2.3168a

a, ab, b, bc ve c ortalama değerlerine göre S-N-K analizi ile belirlenen farklı grupları gösterir, grupların sıralanışı a<ab<b<bc<c <d biçimindedir.

### Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Sarıççek Orman İşletme Şefliğinde yayılış gösteren meşcerelerin çap dağılımlarının 3 parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu modellemesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Çalışmaya konu orman işletme şefliğinde 2008 Orman amenajmanı envanter çalışmalarında elde edilen 428 adet örnek alan karnesi kullanılarak, çap dağılımlarının %25, %31, %50, %63 ve %95'lik değerlerine karşılık gelen çapları esas alan 5 farklı yöntem ile 3 parametrelili Weibull fonksiyonun parametreleri tahmin edilmiştir. Rennolds vd. (1988)'in hata indeksi değerine göre örnek alanlar ölçeğinde yapılan sırlamada en küçük sıra numarasına sahip olan %31, %50 ve %63'lük çap değerlerini kullanan yüzdelikler yöntemi, çeşitli ağaç türlerinin biraraya gelerek oluşturduğu farklı yapıdaki meşcerelerin çap dağılımlarını modellemede en başarılı yöntem olarak belirlenmiştir. Lohrey ve Bailey (1977), çap dağılımlarını modelleyen Weibull fonksiyonun parametrelerinin hesaplanmasında, %24 ve %93'lik değerlere karşılık gelen çapları kullanmışlardır. McTague ve Bailey (1987), %10, %63 ve %93'lik

değerlere karşılık gelen çapları kullanarak Weibull fonksiyonun parametrelerini hesaplamışlardır. Bailey (1989), minimum çap, ggs yüzeyi orta ağacının çapı (dg) ve %25, %50 ve %95'lik değerlere karşılık gelen çaplar ile Weibull fonksiyonuna ilişkin parametre hesabı yapmıştır. Bullock ve Burkhart (2005), ggs yüzeyi orta ağacının çapı (dg) ve %25 ve %97'lik değerler ile Weibull parametrelerini elde etmişlerdir. Pouduel (2011), farklı yüzdelikleri kullanarak çap dağılımlarını modelleme başarılarını karşılaştırdığı çalışmada; ggs yüzeyi orta ağacının çapı (dg) ve %25, %50 ve %95'lik değerlere karşılık gelen çaplar yapılan parametre hesabına ilişkin yöntem, en başarılı tahmin sonuçlarını vermiştir. Bunun gibi Weibull fonksiyonun parametrelerinin hesaplanmasında çeşitli yüzdelikleri kullanan çalışmalarda, Brooks vd, 1992; Knowe vd., 2005; Lee ve Coble, 2006; Coble ve Lee, 2008; Jiang ve Brooks, 2009 gibi, farklı yüzdelik değerler; çap dağılımlarının modellenmesinde başarılı sonuçlar vermişlerdir. Özellikle, meşcere yaşı, verim gücü, sıklığı ve mikro yetişme ortamı koşulları gibi çeşitli meşcere özelliklerinin değişmesi ile meşcerelerin çap dağılımları oldukça farklı yapılar oluşturabilmektedir. Bu bakımdan, meşcerelerin çap dağılımlarını en iyi temsil eden dağılım yüzdelikleri ve bu yüzdelik değerleri esas alan parametre tahmin yöntemlerinin başarı durumları; farklı yetişme ortamları ve meşcere kuruluşlarına göre oldukça değişkenlik gösterebilmektedir. Herhangi bir yetişme ortamında gelişim gstereyen meşcere yapısı için çap dağılımını en iyi temsil eden yüzdelik değeri, başka bir yetişme ortamında gelişim gstereyen meşcere için çap dağılımını temsil etmede başarılı olmayabilmektedir. Sarıçiçek Orman işletme Şefliğinde yayılış gstereyen meşcerelerin çap dağılımlarını, %31, %50 ve %63'lk çap değerlerini kullanan yüzdelikler yöntemi en iyi bir Şekilde temsil etmiş olup, böylece bu yüzdelikleri esas alan Weibull dağılımına ilişkin parametre tahmin yöntemleri de, diğer yüzdelikleri esas alan yöntemlere göre aktüel çap dağılımlarını tahmin etmede en doğru sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada, çap dağılımını en iyi temsil eden parametre tahmin yönteminin belirlenmesi yanında, 3 parametrelili Weibull fonksiyonun 31, %50 ve %63'lk çap değerlerini kullanan yüzdelikler yöntemi ile tahmin edilen parametreleri ile çeşitli meşcere özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Meşcerelerin karışım durumları ile çap dağılımlarını modelleyen Weibull fonksiyonun

parametreleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler elde edilmiştir.  $\beta$  parametresi için 4 farklı grup elde edilmiş olup,  $\gamma$  parametresi için ise 2 farklı grupta meşcere tipleri gruplanmıştır. Özellikle, farklı gruplarda yer alan ağaç tür karışımları değerlendirildiğinde, meşcerelerin saf ya da karışık olmasına ya da belirli türler için parametrelerin değişiminde bir trend gözlemlenmemiştir. Cz, Kn, KnCsCk, CsCk, CkCs, Cs ve CsKnCk karışımlarının  $\beta$  parametre değerleri ile Cs, CkCsKn ve CkKnMe ağaç tür karışımları için ise;  $\gamma$  parametre değeri diğer ağaç tür karışımlarından daha yüksek değerlerde elde edilmiştir. Söz konusu bu meşcere tiplerinin meşcere yaşı, verim gücü ve sıklığı gibi meşcere özelliklerinin farklılıkları; meşcere yapılarının farklılaşmasına ve böylece meşcere yapılarını modelleyen Weibull fonksiyonuna ilişkin parametre değerlerinin de farklı gruplarda elde edilmesine neden olmuştur. Ancak bu ağaç tür karışımlarının farklı gruplara dağılımları değerlendirdiğinde; gerek saf meşcereler ile ikili ve üçlü karışımlarının aynı gruplarda yer alması ile açıkça grldğ yzere; ağaç tür karışım durumunun Weibull fonksiyonuna ilişkin parametreler üzerinde etkili olmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle, weibull fonksiyonuna ilişkin parametreler üzerinde; ağaç tür karışımından daha önemli olan meşcerelerin yaş, verim gücü ve sıklık gibi özelliklerin etkili olduğu beklenmektedir. Meşcere yaşının belirli lde göstergesi olan ağ sınıfları açısından elde edilen belirgin gruplar değerlendirildiğinde; meşcere zelliklerinin Weibull fonksiyonun parametreler üzerindeki etkisi belirgin bir Şekilde grlmektedir. "d, cd ve c" ağ sınıflarına ilişkin  $\beta$  parametresi değerleri ile "ab ve b" ağ sınıflarına ilişkin  $\gamma$  parametre değerleri; diğer ağ sınıflarına göre daha yüksek değerlerde elde edilmiştir. Meşcere kapalılığının ise meşcere yapısını modelleyen Weibull fonksiyonun parametreleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisi elde edilmemiş olup, bu durum meşcere kapalılığının meşcere yapısını etkileyen bir özellik olmaması ile açıklanabilmektedir.

ap dağılım modelleri, meşcere yapıları hakkında daha ayrıntılı tahminlerin elde edilmesinde ve ormanlardan elde edilecek ürün çeşitlerinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Ülkemizde, artım ve büyümenin tahmin edilmesinde; hali hazırda normal hasılat tabloları ile sıklığı bağlı hasılat tabloları kullanılmakla beraber, bu tablolar meşcerenin tamamı hakkında tahminler sunmaktadırlar. Bununla birlikte, başta orman

amenajmanı olmak üzere çeşitli ormancılık faaliyetlerinde meşcere yapıları hakkında daha ayrıntılı tahminlere ihtiyaç belirginleşmektedir. 3 Parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonları ile sıklığa bağlı hasılat tabloları tahmin edilen meşcere ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacmi gibi meşcere öğelerinin meşcerenin çap basamaklarına dağılımları tahmin edilebilir. Böylece meşcere ve çap dağılım modelleri bütünleştirilerek daha ayrıntılı tahminler elde edilebilir. Çap basamaklarına ağaç sayılarının dağılımı elde edildikten sonra, ayrıca göğüs yüzeyi ve hacim dağılımları da ağaç sayıları dağılımları kullanılarak elde edilebilir. Çap dağılım modelleri, özellikle tüm meşcere için elde edilen meşcere öğelerine ilişkin tahminlerin, çap basamakları için daha ayrıntılı şekilde elde edilmesine olanak sağlayabilirler. Çap basamakları ölçeğinde meşcere hakkında daha ayrıntılı bir şekilde elde edilebilecek bu tahminler, başta orman amenajmanı ve silvikültür olmak üzere çeşitli ormancılık uygulamaları için önemli bir altlık oluşturmaktadır.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan verilerin sağlanmasındaki yardımları ve katkıları için Orman Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

Atıcı, E. 1998. Değişikyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsly.) Ormanlarında Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Andrasev, S., Bobinac, M., Orlovic, S. 2009. Diameter structure models of Black Poplar selected clones in the section Aigeiros (Duby) obtained by the Weibull distribution. Sumarski List 133: 589-603

Bailey RD (1980) Individual Tree Growth Derived From Diameter Distribution Models, Forest Science, 26, 626-632.

Bailey RL, Dell TR (1973) Quantifying Diameter Distributions with The Weibull Function, Forest Science, 19, 97-104

Bailey RL, Burgan TM, Jokela EJ (1989) Fertilized mid-rotation aged slash pine plantations—Stand structure and yield prediction models. South. J. Appl. For. 13:76-80.

Baldwin VC, Feduccia DP (1987) Loblolly pine growth and yield prediction for managed West Gulf plantations. USDA For. Serv. Res. Pap. SO 236, 27 s.

Bliss CI, ve Reinker KA (1964) A Lognormal Approach to Diameter Distributions in Even-Aged Stands, Forest Science, 10, 350-360.

Borders BE, Patterson WD (1990) Projecting stand tables: a comparison of the weibull diameter distribution method, a percentile-based projection method and a basal area growth projection method, Forest Science, 36, 413-424.

Bullock B, Burkhart H (2005) Juvenile diameter distributions of loblolly pine characterized by the two-parameter Weibull function, New Forests 29, 233-244.

Brooks JR, Borders BE, Bailey RL (1992) Predicting diameter distributions for site prepared loblolly and slash pine plantations. South. J. Appl. For. 16: 130-133

Cao QV (2004) Predicting Parameters of A Weibull Function for Modelling Diameter Distribution. Forest Science, 50, 682 – 685.

Carus S (1996) Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsly.) Meşcerelerinde Çap Dağılımının Bonitet ve Yaşa Göre Değişimi, İstanbul Orman Fakültesi Dergisi, 46, 171-181.

Carus S, Çatal Y (2008) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde 7-Ağaç Örnek Nokta Yöntemiyle Meşcere Ağaç Sayısının Çap Basamaklarına Dağılımının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2, 158-169.

Čavlović J, Božić M, Boncina A (2006) Stand Structure of An Uneven-Aged Fir-Beech Forest with An Irregular Diameter Structure: Modeling The Development of The Belevine Forest, Croatia, European Journal of Forest Research, 125, 4, 325-333.

Clutter JL, Bennett FA (1965) Diameter Distributions in Old-Field Slash Pine Plantation, Georgia Forest Research Council, Report No.13.

Clutter JL, Harms WR, Brister GH, Rhenney JW (1984) Stand structure and yields of site-prepared loblolly pine plantations in the lower coastal plain of the Carolinas, Georgia, and North Florida. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-27, 173 s.

Coble DW, Lee YJ (2008) A new diameter distribution model for unmanaged slash pine plantations in East Texas. South. J. Appl. For. 32: 89-94.

Ercanlı İ (2010) Trabzon ve Giresun orman bölge müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık meşcerelerine ilişkin büyüme modelleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ercanlı İ, Yavuz H (2010) Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık Meşcerelerinde Çap Dağılımlarının Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları İle Belirlenmesi, Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, 10 (1), 68-83.

Feduccia DP, Dell TR, Mann WF, Polmer BH (1979) Yields of unthinned loblolly pine plantations on cutover sites in the West Gulf region. USDA For. Serv. Res. Pap. So-148, 88 s.

- Gorgoso-Varela JJ, Alvarez-Gonzalez JG, Rojo A, Grandas-Arias JA (2007) Modelling diameter distributions of *Betula alba* L. stands in northwest Spain with the two-parameter Weibull function. *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.* 16: 113-123.
- Hafley WL, Schreuder HT (1977) Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-aged stands, *Canadian Journal of Forest Research*, 4, 481–487.
- Jiang LC, Brooks JR (2009) Predicting diameter distributions for young longleaf pine plantations in Southwest Georgia. *South. J. Appl. For.* 33: 25-28.
- Johnson NL (1949) Systems of Frequency Curves Generated By Methods of Translation, *Biometrika*, 36, 149-176.
- Kahriman A, Yavuz H (2011) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Karışık Meşcerelerinde Çap Dağılımlarının Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları ile Belirlenmesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 109-125.
- Knoebel BR, Burkhart HE, Beck DE (1986) A Growth and Yield Model for Thinned Stands of Yellow-Poplar, *Forest Science Monograph*, 27, 39 s.
- Knowe SA (1992) Basal Area and Diameter Distribution Models for loblolly Pine Plantations with Hardwood Competition in The Piedmont And Upper Coastal Plain. *South. J. Appl. For.*, 16, 93–98.
- Knowe SA, Ahrens GA, DeBell DS (1997) Comparison of diameter-distribution prediction, stand-table -projection and individual-tree growth modeling approaches for young red alder plantations. *For. Ecol. Manage.* 96: 207-216
- Knowe SA, Radosevich SR, Shula RG (2005) Basal area and diameter distribution prediction equations for young Douglas-Fir plantations with hardwood competition: Coast ranges. *West. J. Appl. For.* 20: 77-93.
- Leak WB (1965) The J-Shaped Probability Distribution, *Forest Science*, 11, 405–409.
- Lee YJ, Coble DW (2006) A new diameter distribution model for unmanaged loblolly pine plantations in East Texas. *South. J. Appl. For.* 30: 13-20.
- Liu C, Zhang SY, Lei Y, Newton PF, Zhang L (2004) Evaluation of Three Methods for Predicting Diameter Distributions of Black Spruce (*Picea mariana*) Plantations in Central Canada, *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 2424 – 2432
- Lohrey RE, Bailey RL (1977) Yield tables and stand structure for unthinned long leaf pine plantations in Louisiana and Texas. *USDA For. Ser. Res. Pap. SO-133*. 55 s
- Maltamo M (1997) Comparing basal area diameter distributions estimated by tree species and for the entire growing stock in a mixed stand. *Silva Fenn* 31(1); 53-65.
- Maltamo M, Puumalainen J, Paivinen R (1995) Comparison of Beta and Weibull Functions for Modeling Basal Area Diameter Distributions in Stands of *Pinus Sylvestris* and *Picea Abies*, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10, 184-295.
- Matney TG, Sullivan AD (1982) Compatible stand and stock tables for thinned and unthinned loblolly pine stands. *For. Sci.* 28: 161-171.
- McTague JP, Bailey RL (1987) Compatible basal area and diameter distribution models for thinned loblolly-pine plantations in Santa Catarina, Brazil. *For. Sci.* 33: 43-51.
- Meyer HA, Stevenson DD (1943) The structure and growth of virgin beech-birch-maple-hemlock forests in northern Pennsylvania. *J. Agr. Res.* 67: 465-484
- Nelson TC (1964) Diameter Distribution and Growth of Loblolly Pine, *Forest Science*, 10, 105–115.
- Nord-Larsen T, Cao QV (2006) A Diameter Distribution Model for Even-Aged Beech in Denmark, *Forest Ecology and Management*, 231, 218–225.
- Packard KC (2000) Modeling Tree Diameter Distributions for Mixed-Species Conifer Forests in The Northeast United States, Master Thesis, State University of New York, New York, USA., 129 s.
- Palahi M, Pukkala T, Trasobares A (2006) Calibrating Predicted Tree Diameter Distributions in Catalonia (Spain), *Silva Fennica*, 40, 3, 487–500.
- Palahi M, Pukkala T, Trasobares A (2007) Modelling The Diameter Distribution of *Pinus Sylvestris*, *Pinus Nigra* and *Pinus Halepensis* Forest Stands in Catalonia Using The Truncated Weibull Function, *Forestry*, 79, 5, 553-562.
- Podlaski R (2006) Suitability of The Selected Statistical Distributions for Fitting Diameter Data in Distinguished Development Stages and Phases of Near-Natural Mixed Forests in The Świątokrzyski National Park (Poland), *Forest Ecology and Management*, 236, 393–402
- Poudel KP (2011) Evaluation of methods to predict weibull parameters for characterizing diameter distributions, MSc. Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 60 s.
- Poudel KP, Cao QV (2013) Evaluation of methods to predict weibull parameters for characterizing diameter distributions, *Forest Science*, 59 (2), 243-252
- Pukkala T, Saramaki J, Mubita O (1990) Management Planning System For Tree Plantations; A Case Study for *Pinus Kesiya* in Zambia, *Silva Fennica*, 24, 171–180
- Rennolls K, Geary DN, Rollinson TJD (1985) Characterizing diameter distributions by the use of the Weibull distribution, *Forestry*, 58, 58–66.
- Reynolds MR, Burke TE, Huang W (1988) Goodness-of-Tests and Model Selection Procedures for Diameter Distribution models, *Forest Science*, 34, 373-379.
- Saraçoğlu Ö (1988) Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, *O. G. M. Yayınları*, No: 25, 312.

Smalley GW, Bailey RL (1974) Yield Tables and Stand Structure for Shortleaf Pine Plantations in The Tennessee, Alabama and Georgia Highlands. USDA Forest Service Research Paper, 97 s.

Samaraki J (1992) A Growth and Yield Prediction Model of Pinus Kesiya in Zambia, Acta Forestalia Fennica, 230, 68.

Sönmez T, Günlü A, Karahalil U, Ercanlı İ, Şahin A (2010) Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Çap Dağılımının Modellenmesi, "III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı. 20-22 Mayıs 2010, Artvin", Cilt: I, 388-398

SPSS Institute Inc., 2005. SPSS Base 12.0 User's Guide, 688 s.

Yavuz H, Gül AU, Mısır N, Özçelik R, Sakıcı OE (2002) Meşcerelerde Çap Dağılımlarının Düzenlenmesi ve Bu Dağılımlara İlişkin Parametreler ile Çeşitli Meşcere Öğeleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 18-19 Nisan İstanbul

van Lear A, Akça A (2007) Forest mensuration: in: Managing Forest Ecosystems, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 383 s.

Weibull W (1951) A Statistical Distribution Function of Wide Applicability, J. Appl. Mech., 18, 293–297.

Zhang L, Liu C (2006) Fitting Irregular Diameter Distributions of Forest Stands By Weibull, Modified Weibull and Mixture Weibull Models, Journal Forest Research, 11, 369–372.

## Değişikyaşlı Orman Amenajman Planlamasında Bilgisayar Destekli Model

\*Sinan BULUT<sup>1</sup>, Sedat KELEŞ<sup>1</sup>, Alkan GÜNLÜ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

\*Sorumlu yazar: sbulut@karatekin.edu.tr

### Özet

Türkiye’de değişikyaşlı ormanların alansal yüzdesi yaklaşık olarak %2.4’tür. Bu düşük oran, geçmişte uygulanan odun üretimine dayalı orman planlaması yaklaşımının bir sonucudur. Aynıyaşlı ormanlar odun üretimi için daha uygun orman formuna sahip olduğu için değişikyaşlı ormanlara gereken ilgi gösterilmemiştir. Ancak günümüzde ormanların odun dışı ekosistem değerleri anlaşılmış ve tüm dünyada çok amaçlı orman planlama yaklaşımı benimsenerek uygulamasına geçilmiştir. Bu bağlamda bilgisayar tabanlı orman amenajman planlama modelleri, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi ve planlanması için son derece önemlidir. Bu modeller, planlama alternatifleri üretmek ve aralarından en uygun olanı belirlemek için vazgeçilmezdir. Bu çalışmanın amacı, ETÇAP (Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama) karar destek sistemine entegre edilmiş olan değişikyaşlı ormanlar için hazırlanmış bilgisayar destekli planlama modelini sunmaktır. Sonuç olarak, değişikyaşlı ormanlar için geliştirilen bu planlama modeli orman amenajman planlama sürecinin uygulaması, bilimsel çalışmalar ve ormancılık eğitimlerinde kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Orman Amenajmanı, Değişikyaşlı Orman, Planlama Modeli, ETÇAP

### A Computer-Based Model For Uneven-Aged Forest Management Planning

#### Abstract

The percentage of uneven-aged forests in Turkey is about 2.4%. This low ratio is a result of the wood-based forest planning approach applied in the past. Because more appropriate forest formation is even-aged forest for wood production, satisfactory attention has not been given to uneven-aged forests. But the importance of non-timber forest ecosystem values are now being known, and multiple-use forest planning approach has been adopted and applied in the entire world. In this context, computer-based forest management planning models are extremely important for sustainable management and planning of forest ecosystems. Those models are indispensable to generate planning alternatives and determine optimal one among them. The purpose of this study is to present a computer-based forest planning model for uneven-aged forests, which is embedded into ETÇAP (Ecosystem-based multiple-use forest planning) decision support system. It is concluded that the planning model developed for uneven-aged forests will be used in the implementation of forest management planning process, scientific studies and forestry education

**Keywords:** Forest Management, Uneven-aged Forest, Planning Model, ETÇAP

#### Giriş

Uygulanan silvikültürel müdahaleler ormanların yapı ve kuruluşlarının değişimine neden olmaktadır. Bu değişim, ormanların sağlayacağı fonksiyonları doğrudan etkilemektedir. Özellikle koruma fonksiyonlarında oluşan farkındalık, bu fonksiyonları sağlayan orman alanlarının önemini daha da artırmaktadır. Bu fonksiyonları büyük ölçüde sağlayan ormanlar; yapı ve kuruluş bakımından heterojen, farklı çap ve boydan bireylerin bir arada bulunduğu, yetişme ortamı verim gücünün yüksek ve gölgeye dayanıklı tür ya da türlerin bulunduğu değişikyaşlı ormanlardır (Brang 2001, Bragg and Guldin 2010, Boncina 2011, Keleş ve Bulut 2014).

Değişikyaşlı ormanlar, aynıyaşlı ormanlara göre birçok fonksiyon açısından daha avantajlıdır. Bu orman formlarını ekonomik fonksiyon açısından değerlendirecek olursak, değişikyaşlı ormanların genel ortalama artımları düşük olduğundan ürün hasılat miktarı daha azdır. Fakat farklı çap ve boydan

bireylerin aynı alanda bulunması bu ormanlarda ürün çeşitliliği açısından bir avantajdır. Değişikyaşlı ormanlar kendine özgü yapı ve kuruluşları sayesinde ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonların birçoğunu karşılayabilmektedir. Bunlardan bazıları biyolojik çeşitlilik, çığ önleme, heyelan önleme, taş ve kaya yuvarlanmalarını önleme, toprak koruma, iklim koruma, içme suyu korumadır. Ayrıca değişikyaşlı ormanlarda sürekli bitki örtüsünün bulunması depolanan karbonun zaman içinde sabit kalmasına ve toprakta biriken karbonun tutulmasına yardımcı olmaktadır (Asan ve Şengönül 1987, Baker et al. 1996, Nilsen and Strand 2013, Keleş ve Bulut 2014).

Bu noktada planlayıcılara düşen görev, orman ekosistem bütünlüğünü ve sürekliliğini göz önünde bulundurarak orman yapısı ile fonksiyonları arasında ilişkiler kurmak, katılımcı bir yaklaşım ve modern karar verme teknikleri ile planlar hazırlamaktır (Başkent vd. 2010, Başkent 2005). Hazırlanan

planların, ormanların yapı ve kuruluşunu istenilen yapıya ulaştıracak nitelikte olması ve gelecekteki durumu tahmin edebilmesi için güvenilir bir veri tabanı, emek ve sabır gerekmektedir (Clatterbuck et al. 2010). Özellikle değişikyaşlı ormanlar gibi karmaşık yapıya sahip alanlarda bu süreçleri gerçekleştirmek oldukça güçtür. Bu bağlamda, planlayıcıların zamandan ve iş gücünden tasarruf etmeleri, planlama sürecinin kolay ve şeffaf bir şekilde gerçekleşmesi için planlamanın bilgisayar ortamında yapılması gerekmektedir. Bunun için de planlama aşamalarına yönelik yazılım ve modellerin geliştirilmesi zorunludur (Sivrikaya 2008, Keleş 2008, Kadioğulları 2009).

Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından yapılan orman amenajman planları, Amenajman Plan Programı (APP) adlı bilgisayar yazılımı ile birlikte hazırlanmaktadır. Aynıyaşlı ve değişikyaşlı ormanlar için hazırlanan amenajman planları bu yazılım ile birlikte gerekli veri girişlerinin ardından rapor halinde elde edilebilmektedir. Fakat 2014 yılı itibariyle yürürlüğe giren amenajman yönetmeliği esasları bu yazılıma henüz entegre edilmemiştir (Anonim 2014).

Ülkemizde geliştirilen planlama model yazılımlarına (PMY) örnek olarak Sivrikaya (2008) tarafından hazırlanan doktora tezi örnek gösterilebilir. Çalışmada coğrafi bilgi sistemleri destekli Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) PMY geliştirilmiş ve örnek bir planlama biriminde test edilmiştir. Bu PMY ile birlikte aynıyaşlı ormanların planlanması ETÇAP yaklaşımıyla yapılabilmektedir. Tarafımızdan yapılan bu çalışmada ise aynıyaşlı ormanlar için geliştirilen ETÇAP PMY’ye değişikyaşlı ormanların planlama aşamaları amenajman yönetmeliğine uygun biçimde entegre edilmiştir.

PMY ile amenajman planlarının hazırlanabilmesi için belirli aşamaların gerçekleştirilmesi ve yazılıma entegre edilmesi gerekmektedir. Bu süreç veri girişi, karar verme, hesaplama ve raporlama şeklindedir. Geliştirilen PMY ile planlayıcılar gerekli veri girişlerini yapabilmekte ve kararlaştırılacak parametreleri ilgili tablolar yardımıyla belirleyebilmektedir. Hesaplanması gereken tablo içerikleri ise otomatik olarak yapılabilmektedir. Bu aşamaların ardından değişikyaşlı ormanlar için aktüel-optimal kuruluş ve farkları, ağaç türü bazında aktüel kuruluş, her bölme için çap sınıflarına ait eta değerleri ve bölmelere ait kesim planı tabloları plan çıktıları halinde kolaylıkla elde edilebilmektedir.

Değişikyaşlı ormanlara ait yapılan planlar APP ile de hazırlanabilmektedir. Ancak ETÇAP PMY’nin bu husustaki katkısı kolay kullanımı, yardımcı tablolar içermesi ve daha güncel altlıklara sahip olmasıdır. Diğer yandan kullanıcı görüşleri alınarak tasarlanan ETÇAP PMY ile birlikte planların daha tutarlı ve daha kısa sürede hazırlanabileceği düşünülmektedir.

## **Materyal ve Metot**

### **Entegre İşleminde Kullanılan Yazılımlar**

Çalışma kapsamında kullanılan yazılımlar Delphi ve Microsoft Access’tir. Delphi nesne tabanlı özgün bir programlama dilidir. Nesne tabanlı bir platformda çalışılmış olmasının nedeni ileride meydana gelebilecek değişikliklere göre güncellenebilir olmasıdır. Microsoft Access veri tabanı yönetim programı olup veri tabanlarını oluşturmak, işlemek ve geliştirmek için kullanılmıştır. Bu sistem sayesinde oluşturulan veri tabanında sorgulama, filtreleme, sıralama, verileri işleme ve rapor şeklinde hazırlama gibi işlemler planlama model yazılımında (PMY) yapılabilir hale getirilmiştir. Microsoft Access’in oldukça basit bir yapısı olmasına karşın kullanıcıya geniş fonksiyonlar sunması, PMY kullanımında kolaylık ve çok yönlü fayda sağlamıştır (Başkent vd. 2005, Sivrikaya 2008, Keleş 2008, Kadioğulları 2009).

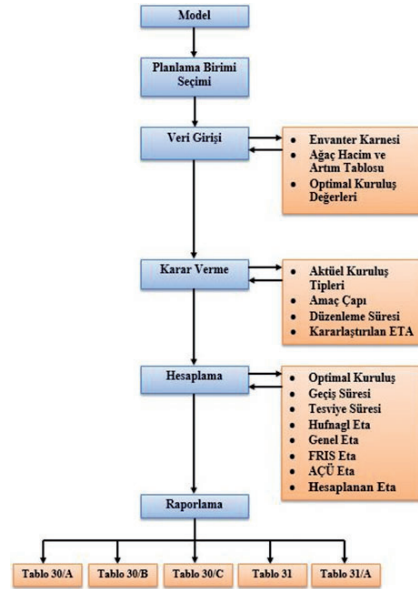
### **Entegre İşlem Aşamaları**

ETÇAP Karar Destek Sisteminin kavramsal çerçevesi veri girişi, hesaplama, karar verme ve raporlama olmak üzere dört ana bileşen üzerine oluşturulmuştur (Şekil 1). Orman amenajman planlarının yapım süreci olan bu dört bileşen planlama model yazılımına (PMY) entegre edilmiştir.

Orman amenajman planlarının PMY ile oluşturulmasında gerekli ilk adım olan veri girişi için ağaç hacim ve artım tablosunun, envanter verilerinin ve optimal kuruluş verilerinin bulunacağı arayüzler oluşturulmuştur. Oluşturulan bu arayüzlerde verileri güncelleme, düzenleme ve farklı formatlarda görüntüleyebilme mümkündür. Karar verme aşamasında aktüel kuruluş tipi ve amaç çapının PMY’ye aktarılması için arayüzler hazırlanmıştır. Aktüel kuruluş tipleri, amaç çapı, düzenleme süresi ve kararlaştırılan etanın belirlenmesi için detaylı bilgilere ulaşılabilecek yardımcı arayüzler tasarlanmıştır. Bu sayede kararlaştırılacak parametrelerin sezgisel olarak belirli kriterler ışığında belirlenmesi kolaylaştırılmıştır. Veri girişi



ve karar verme aşamasının ardından oluşan veri gruplarıyla birlikte hesaplamaların yapıldığı arayüzler oluşturulmuştur. Plan ıktısı olarak elde edilecek bütün tablo içeriklerinin formülleri PMY'ye entegre edilmiştir. Hesaplanan parametreler geçiş süresi, tesviye süresi, Hufnagl eta, Genel eta, FRIS eta, AÇÜ eta ve hesaplanan etadır (Tablo 1).



şekil 1. Geliştirilen planlama model yazılımı ile amenajman plan yapım süreci

Tablo 1. Entegre işleminde kullanılan formüller (Anonim 2014, şahin 2014)

Parametre	Formül	Açıklama
Optimal Kuruluş	$N = \left( \frac{TGY}{AGY} \right) \times N_{opt}$ $GY = \left( \frac{TGY}{AGY} \right) \times GY_{opt}$	N:Ağac sayısı (adet) N <sub>opt</sub> :Optimal ağac sayısı (adet) TGY:Toplam optimal göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ) AGY:Amaç çapı optimal göğüs Yüzeyi (m <sup>2</sup> ) GY:Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ) OGY:Optimal göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> )
Geçiş Süresi	$a_i = (v_j - v_i) / z_i$	a:Geçiş süresi (yıl) v:Orta ağacın hacmi (m <sup>3</sup> ) z:Orta ağacın hacim artımı (m <sup>3</sup> )
Tesviye Süresi	$a_i = (AV_i - OV_i) / Z_i$	a:Tesviye süresi (yıl) Z:Çap sınıfının yıllık artımı(m <sup>3</sup> ) AV:Çap sınıfının aktüel serveti(m <sup>3</sup> ) OV:Çap sınıfının optimal serveti (m <sup>3</sup> )
Hufnagl Eta	$E = \left( \frac{(N1 - N2) \times V1}{a1} \right) + \dots$ $+ \left( \frac{N4 \times V4}{a3} \right)$	E:Hufnagl eta (m <sup>3</sup> ) N:Çap sınıflarının ağac sayıları (adet) V:Çap sınıfları orta ağaçlarının hacimleri (m <sup>3</sup> ) a:Çap sınıflarının geiş süreleri (yıl)
Genel Eta	$E = \left( z1 + \frac{AV1 - OV1}{a1} \right) + \dots$ $+ \left( z4 + \frac{AV4}{a4} \right)$	E:Genel eta (m <sup>3</sup> ) z:Çap sınıfının hacim artımı (m <sup>3</sup> ) Av:Çap sınıfının aktüel serveti (m <sup>3</sup> ) Ov:Çap sınıfının optimal serveti (m <sup>3</sup> ) a: Tesviye süresi (yıl)
FRIS Eta	$E = \left( \frac{(N1 - O2) \times V1}{a1} \right) + \dots$ $+ \left( \frac{N4 \times V4}{a3} \right)$	E:FRIS eta (m <sup>3</sup> ) N:Çap sınıflarındaki aktüel ağac sayıları (adet) O:Çap sınıflarındaki optimal ağac sayıları (adet) V:Çap sınıflarındaki orta ağacın hacmi (m <sup>3</sup> ) a:Çap sınıflarının geçiş süresi (yıl)
Amaç Çapı Üstü Eta	$E = \left( \frac{N1}{ON1} \right) \times V5$	E:Amaç çapı üstü eta (m <sup>3</sup> ) N1:I. çap sınıfının aktüel ağac sayısı (adet) ON1:I. çap sınıfının optimal ağac sayısı (adet) V5:Amaç çapını geçen servet (m <sup>3</sup> )
Hesaplanan Eta	$E = \left( \frac{N1 + N2 + N3 + N4}{4} \right) \times 0.8$ $EAÜ = \left( \frac{N1 + N2 + N3 + N4}{4} \right)$	E:Hesaplanan eta (m <sup>3</sup> ) EAÜ:Hesaplanan amaç çapı üstü eta (m <sup>3</sup> ) N:Çap sınıflarının aktüel ağac sayıları (adet)

Gerekli veri girişi, karar verme ve hesaplama aşamalarının ardından tasarlanan tablo ve grafiklerin döküm aşaması olan raporlama modülü tasarlanmıştır. Bu aşamada ülkemizdeki değişikyaşlı ormanların planlanması için gerekli tablolar yönetmelik esaslarına göre ekonomik, ekolojik, sosyokültürel, devamlı ormanlar ve fransız hacim metodu ile planlanacak devamlı ormanlar için tasarlanarak PMY'ye entegre edilmiştir.

## Bulgular

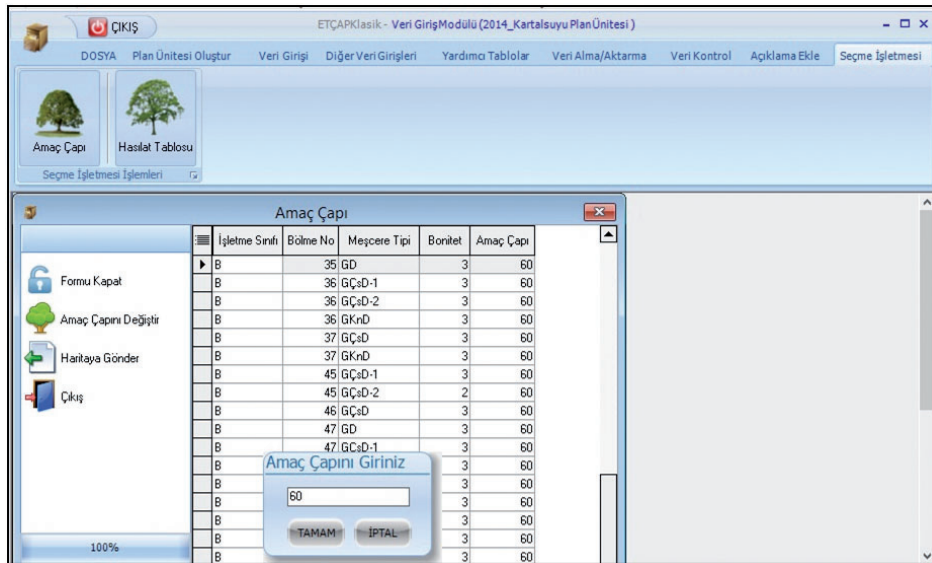
### Arayüzler ve Modüller

Planlama birimine ait veri tabanı seçme işletmesi modülünde yazılıma aktarılır. PMY veri tabanıyla bağlantıyı kurup ilgili planlama birimine ait verileri bünyesine aktardığında sonraki aşamalara geçiş yapılır. Amaç çapı girişi için tasarlanan arayüzde seçme işletme sınıfına ait İşletme Sınıfı, Bölme Numarası, Meşcere Tipi, Bonitet ve Amaç Çapı sütunları bulunmaktadır (Şekil 2). Her bölmedeki farklı aktüel kuruluş tipleri için girilmesi gereken aynı veya farklı amaç çapı değerleri tablodaki ilgili sütuna girilebilmektedir. Ayrıca eklenen "Amaç Çapı Değiştir" butonu ile işletme sınıfının tamamına aynı değer otomatik olarak aktarılabilir. "Haritaya Gönder" butonu ile de planlayıcının belirleyip tabloya girmiş olduğu amaç çapı değerleri anında veri tabanına aktarılmış olur. Amaç çapı değerlerinin

tamamının veri tabanına aktarılıp aktarılmadığı buton kısmının altındaki işlem yapılma oranından görölür. İşlem oranı %100 olduğunda bütün değerler veri tabanına aktarılmış demektir.

Optimal kuruluş arayüzünde göknar seçme ormanları için hazırlanmış I, II, III, IV ve V. bonitet optimal kuruluş değerleri bulunmaktadır (Şekil 3). İlgili değerler bu arayüzden alınarak planlama için gerekli olan bazı hesaplamalarda (optimal kuruluş, eta, tesviye süresi) kullanılmaktadır. Ayrıca kullanıcı bu arayüzde gerekli veri güncellemesini yapabilmekte, farklı türlere ait optimal kuruluş değerlerini girebilmekte ve istenilen bonitet değerindeki optimal kuruluş değerlerini görüntüleyebilmektedir.

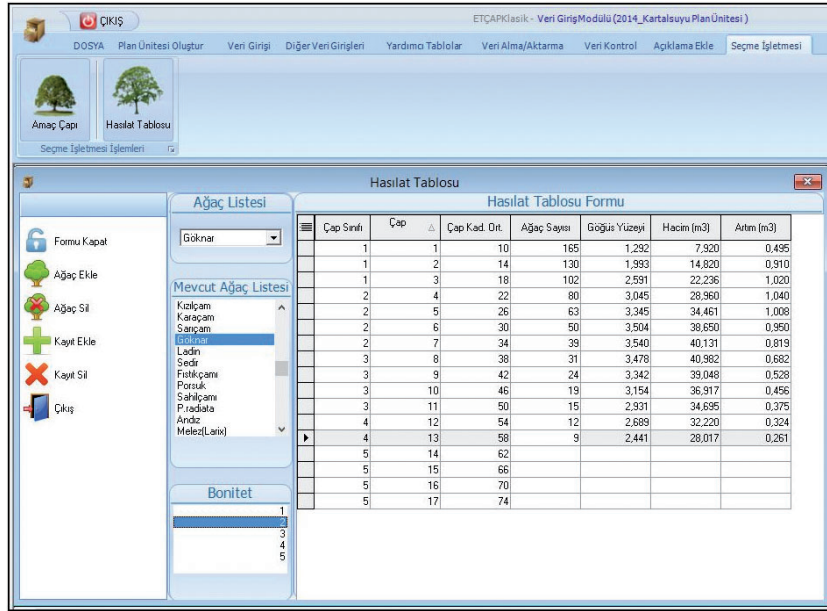
Meşcere tipi değerlendirme arayüzü planlayıcının aktüel kuruluş tipine karar vermesi için düzenlenmiştir (Şekil 4). Bu kararın verilmesinde planlayıcıya yardımcı olması açısından örnek alanları, meşcere tipleri, ağaç türleri ve bölme numaralarına ilişkin ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim değerlerinin çap sınıflarına dağılımı bulunmaktadır. Ayrıca seçme işletmesinde aktüel kuruluş tipinin kararlaştırılmasında gerekli olan aktüel ve optimal kuruluş ile bu iki kuruluşun farkı tablo halinde bulunmaktadır. Bölmedeki aktüel kuruluş tiplerini temsil etmeyen örnek alanlar "Değerlendirme Dışı" tutulabilmektedir. Değerlendirme dışı tutulan bu kuruluş tipleri de hesaplamaya katılmamaktadır.



Şekil 2. Planlama model yazılımının amaç çapı arayüzü

Karar verici bu veriler ışığında örnek alanları inceleyerek seçme işletmesinde her bölmedeki farklı aktüel kuruluş tiplerine karar verir. Kesinleştirdiği kuruluş tiplerini ilgili arayüzde kararlaştırarak "Hesapla" butonuyla veri tabanına kolayca aktarabilmektedir. Bu işlemlerin devamında

ilgili plan çıktıları raporlama arayüzünden oluşturulabilmektedir (Şekil 5). Değişikyaşlı ormanların planlanması sonucunda orman amenajman planlarında yer alacak 5 adet tablo bulunmaktadır.



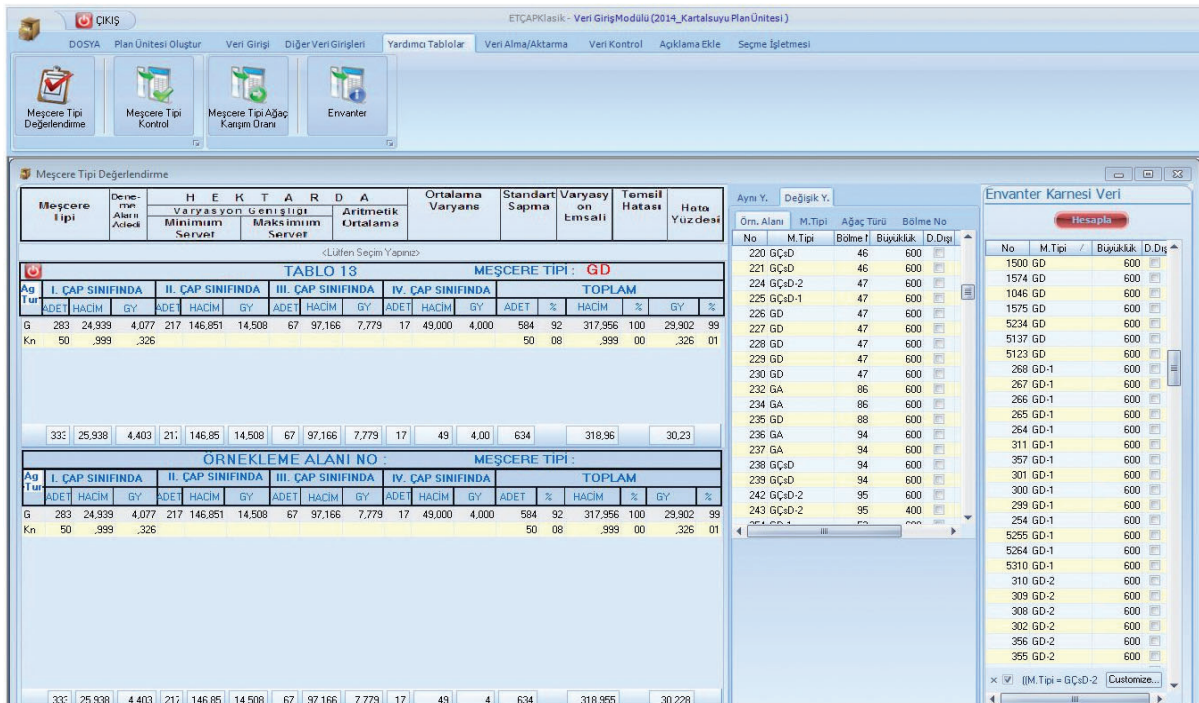
Şekil 3. Planlama model yazılımının optimal kuruluş arayüzü

### Tablolar

Tablo 30/A ekonomik fonksiyonlu değişikyaşlı ormanlarda kuruluş tipi tanıtlım ve eta hesaplama tablosudur. Üretilen Tablo 30/A ekonomik fonksiyon üstlenen seçme işletme sınıflarında her bölme için ayrı ayrı düzenlenmektedir. İlgili tablodaki ilk kısımda aktüel kuruluş, optimal kuruluş ve bu iki kuruluşun farkları bulunmaktadır. Aktüel ve optimal kuruluşların çap sınıfı bazında gövde sayısı, göğüs yüzeyi, hacim ve artım verileri bu tabloda mevcuttur. İkinci kısımda yine çap sınıfı bazında

ilgili bölmedeki ağaç türlerinin gövde sayısı, hacim ve artım verileri mevcuttur. Son kısımda ise seçme işletmesinde uygulanan amenajman metotlarına göre hesaplanan Hufnagl Eta, Genel Eta ve FRIS Eta değerleri mevcuttur.

Tablo 30/B değişikyaşlı ormanlarda kuruluş tipi tanıtlım ve eta hesaplama tablosudur. Bu tablo ekolojik, sosyo-kültürel fonksiyonlu seçme ormanları ve devamlı ormanlar için düzenlenmektedir. İçerik ve tasarım olarak Tablo 30/A ile aynıdır. Sadece eta dökümü kısmında hesaplanan eta



Şekil 4. Planlama model yazılımının meşçere tipi değerlendirme arayüzü

yerine kararlaştırılan eta bulunmaktadır. Tablo 30/ C Fransız Hacim Metodu ile planlanacak devamlı ormanlar için hazırlanacak değişikyaşlı ormanlarda kuruluş tipi tanıtım ve eta hesaplama tablosudur. Tasarım açısından Tablo 30/A ve Tablo 30/B ile aynıdır. Farklılığı ise metot itibariyle çap sınıfları aralıklarının amaç çapına bağlı olarak değişken olması ve eta dökümü bölümünde sadece Genel Eta formülünün hesaplanmasıdır.

Tablo 31 değişikyaşlı ormanlarda kesim planı

tablosudur. Hufnagl metodunun uygulandığı seçme ormanlar ve devamlı ormanlar için düzenlenmiştir. Bu tabloda her bölme için çap sınıfları bazında (I, II, III ve IV) hesaplanan veya kararlaştırılan etaların dökümü bulunmaktadır. Tablo 31/A ise Fransız Hacim Metodu uygulanan devamlı ormanlar için kesim planı tablosudur. Bu tabloda da metoda ilişkin çap sınıflarına göre (Vi, Vo ve Vk) her bölmeden alınması öngörülen kararlaştırılan eta değerleri bulunmaktadır.

ETÇAPKlasik Plan Çıktıları Modülü(2014\_Kartalsuyu Planlama Birim)

DOSYA AKTARIM DIğER TABLO 1-7 TABLO 13 ve 18 TABLO 14-17 TABLO 24 TABLO 25 ve 26 TABLO 28 TABLO 23 TABLO 22 SON SÖZ OPTİMİZASYON SİMULASYON Orman Dığı SEÇME

Tablo 30A Tablo 30B Tablo 30C Tablo 31 Tablo 31A

100% Vazgeç

**DEğİŞİK YAŞLI ORMANLARDA AKTÜEL KURUŐUŐ TİPİ TESBİT ve TANITIM TABLOSU** **Tablo No: 30A**

Bölme No: 46 Aktüel Kuruluş Tipi : GÇSD Alan : 15.75 Bonitet : 3 Amaç Çapı : 60 İşletme Sınıfı : B

Çap Sınıfı	AKTÜEL				OPTİMAL				+FARKLAR				-FARKLAR			
	Gövde Sayısı	Gövde Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Gövde Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Gövde Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Gövde Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )
I	284	4.035	23.638	1.136	458	6.647	38.614	1.821					174	2.612	14.976	0.685
II	344	20.348	195.112	5.362	251	14.243	132.220	3.799	93	6.105	62.883	1.564				
III	144	18.913	224.613	4.088	88	12.717	150.916	2.784	56	6.401	76.481	1.402				
IV	11	2.671	35.067	0.456	19	4.497	58.830	0.795					7	1.826	23.172	0.309
<b>TOPLAM</b>	<b>783</b>	<b>45.967</b>	<b>479.039</b>	<b>11.072</b>	<b>815</b>	<b>38.103</b>	<b>380.597</b>	<b>9.208</b>	<b>149</b>	<b>12.506</b>	<b>139.364</b>	<b>2.966</b>	<b>191</b>	<b>4.642</b>	<b>40.931</b>	<b>1.102</b>

**AĞAĞ TÜRLERİNE GÖRE HEKTARDAKİ GÖVDE SAYISI, HACİM ve ARTIM** **İşletme Sınıfı : B**

Bölme No: 46 Aktüel Kuruluş Tipi : GÇSD Alan : 15.75 Bonitet : 3 Amaç Çapı : 60 İşletme Sınıfı : B

Çap Sınıfı	Karabıym			Sarıçam			Gökkuşay			Kavak			TOPLAM			BÖLME GENELİNDE					
	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )	Gövde Sayısı	Hacim (m <sup>3</sup> )	Artım (m <sup>3</sup> )			
I	0.397	0.022	9.000	1.458	0.08	208.00	19.387	0.895	64	2.416	0.139					284	23.638	1.136	4473	372.209	17.892
II	2.622	0.089	50.000	35.656	0.967	277.00	154.07	4.234	11	2.764	0.072					344	195.112	5.362	5418	3073.81	84.452
III	8.779	0.147	36.000	51.135	0.855	102.00	164.70	3.086								144	224.613	4.088	2268	3537.68	94.398
IV																11	2.671	0.456	179	581.795	7.655
<b>TOPLAM</b>	<b>11.79</b>	<b>0.258</b>	<b>95.000</b>	<b>88.249</b>	<b>1.902</b>	<b>598.00</b>	<b>373.80</b>	<b>8.701</b>	<b>75</b>	<b>5.180</b>	<b>0.211</b>					<b>783</b>	<b>479.039</b>	<b>11.072</b>	<b>12332</b>	<b>7544.72</b>	<b>174.384</b>

Şekil 5. Planlama model yazılımının raporlama arayüzü

## Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen planlama model yazılımı (PMY) ile değişikyaşlı ormanlara ait planlar yapılabilmektedir. Ülkemizde orman amenajman planları geliştirilen PMY sayesinde daha hızlı, güvenilir ve hata oranı düşük bir şekilde hazırlanabilmektedir. Ayrıca PMY veri tabanının kolay güncellenebilme özelliği plan değişikliklerinde birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Planlayıcılara yardımcı olması açısından arayüzlerin görşelliğine, kullanım kolaylığına ve anlaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede veri girişi, karar verme, hesaplama ve raporlama modüllerinin kullanımı planlayıcılar için oldukça kolaylaştırılmıştır. Ülkemizdeki değişikyaşlı ormanlar ile ilgili en önemli sorunlardan biri doğru silvikültürel müdahaleler uygulamak ve sürekliliği sağlayarak aynıyaşlıya dönüşümü engellemektir. Hazırlanan PMY'nin ülkemizdeki bu sorunları güncelliği, yardımcı tabloları ve kullanım kolaylığı ile en aza indirgeyeceği düşünölmektedir. Bahsedilen avantajları ile birlikte hazırlanan PMY, planlamada kullanılan amenajman plan programına (APP) alternatif bir yazılım olarak hazırlanmıştır.

## Kaynaklar

- Anonim, 2014. Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 199 s., Ankara.
- Asan, Ü. ve Şengönöl, K. 1987. Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması. İ.Ü. Orman Fakóltesi Dergisi, 37(4); 52-67.
- Baker, James B., Cain, Michael D., Guldin, James M., Murphy, Paul A. and Shelton, Michael G. 1996. Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types. Gen. Tech. Rep. SO-118. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 65 p., America.
- Başkent, E.Z., Köse, S., Terzioğlu, S., Başkaya, Ş. ve Altun, L. 2005. Biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarıyla bütünleştirilmesi: GEF projesi yansımaları-II (yaygınlaştırma stratejileri). Orman Mühendisliği Dergisi, 42; 7-9.
- Başkent, E.Z., Kadioğulları, A. İ. ve Kırış, R. 2010. Ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama (ETÇAP) modelinin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, s. 302-313, Artvin.

- Boncina, A. 2011. History, current status and future prospects of uneven-aged forest management in the Dinaric region: an overview. *An International Journal of Forest Research. Forestry*, 84(5); 467-478.
- Bragg, D.C. and Guldin, J.M. 2010. Estimating long-term carbon sequestration patterns in even and uneven-aged southern pine stands. *USDA Forest Service Proceedings*, 61; 111-123.
- Brang, P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *For. Ecol. Manage.* 145; 107-119.
- Clatterbuck, W.K., Stringer, J.W. and Tankersley, L. 2010. Uneven-age management in mixed species, southern hardwoods: Is it feasible and sustainable? *Professional Hardwood Notes. Publication PB1798*. Knoxville, TN: University of Tennessee Extension, Institute of Agriculture. 16 p., America.
- Kadioğulları, A.İ. 2009. Orman amenajman planlarının hazırlanmasında konumsal yapının kombine optimizasyon teknikleri ile kontrolü: konumsal planlama. *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, 174 s., Trabzon.
- Keleş, S. 2008. Orman amenajman planlarının hazırlanmasına yönelik karar destek sisteminin tasarımı ve prototip modelinin geliştirilmesi. *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, 211 s., Trabzon.
- Keleş, S. ve Bulut, S. 2014. Aynıyaşlı ve değişikyaşlı orman formlarının orman ekosistem fonksiyonları kapsamında karşılaştırılması. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, s. 136-146, Isparta.
- Nilsen, P. and Strand, L.T. 2013. Carbon stores and fluxes in even and uneven-aged norway spruce stands. *Silva Fennica vol. 47(4)*; 1-15.
- Sivrikaya, F. 2008. Türkiye’de orman amenajman planlama model yazılımının geliştirilmesi. *Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 167 s., Trabzon.
- Şahin, G. 2014. Sözlü görüşme. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Beştepe Mahallesi Alparslan Türkeş Caddesi No: 71, Ankara.

## İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu\*

\*Nuri ÖNER<sup>1</sup>, Sabit ERŞAHİN<sup>2</sup>, Sezgin AYAN<sup>3</sup>, H. Barış ÖZEL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı

<sup>2</sup>Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Çankırı

<sup>3</sup>Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu

<sup>4</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Bartın

\*Sorumlu yazar: nurioner@gmail.com

### Özet

Türkiye'nin iklimi; coğrafi konumu, üç tarafının denizlerle çevrili olması ve jeomorfolojik yapısı nedeniyle oldukça değişkenlik gösterir. Deniz etkisinden uzak İç Anadolu, Doğu Anadolu ve iç Trakya'da karasal ve kurak/yarıkurak bir iklim hâkimdir. Kurak ve yarıkurak alanlarda yağış azlığı, buharlaşmanın ve gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklarının yüksek ve bağlı nemin düşük olması bitki gelişimini sınırlandıran önemli faktörlerdir. Yarıkurak özellik gösteren Orta-Kuzey Anadolu'da farklı ana materyallerden oldukça farklı özelliklerde topraklar gelişmiştir. Alanlardaki toprakların çoğunda aşırı otlatma sonucunda bitki örtüsü tahrip olmuş ve verimli üst toprak erozyonla taşınmıştır. İç Anadolu Bölgesi'nde yükseltisi 1.000 m'nin altında bulunan alanlar genellikle Anadolu'nun Bozkır bölümü içerisinde olup otsu türler ve ağaççıklar bu alanların hâkim arazi örtüsünü teşkil etmektedir. Bin m' den yüksek alanlarda ise kurakçıl karakterde meşe, karaçam ve ardıç ormanlarının tahribi ile oluşmuş antropojen bozkırlar yer almaktadır. Bu yarıkurak alanlarda yer alan mevcut kalıntı ormanlar, ağaç toplulukları, gruplar ve bireyler, geçmişin orman durumu hakkında bize önemli bilgiler verebilmektedir. Rehabilitasyon amaçlı çalışmaların yapılacağı ekosistemlerde mevcut bozulmanın (degradasyonun) derecesi ve çalışmanın hedefi tür seçiminde özellikle belirleyici bir faktördür. Doğru ve isabetli tür seçimi ekosistemin rehabilitasyon sürecinin yörüngesi ve rehabilitasyonun gerçekleşme hızında önemli bir etmendir. Bu amaçla söz konusu alanların ağaçlandırılmasında, tür seçiminin geniş alanlar ölçeğinde yapılmaması, sahaya özgü ekolojik koşulları göz önüne alacak şekilde yapılması gerekmektedir. Yarıkurak ekosistemlerin ağaçlandırılmasında mevcut ekstrem koşullara uyum sağlamış doğal tür ve yerel kökenlere öncelik verilmesi gerektirmektedir. Uygulamalarda yöresel türlere öncelik vermekle beraber farklı coğrafyalarda yetişmesine rağmen evrimsel olarak benzer stres unsurları (yetersiz nem ve besin elementleri, yüksek sıcaklık ve evaporasyon vb.) altında şekillenmiş ve başarı ile denenmiş yabancı türler de göz ardı edilmemelidir. Bu alanların ağaçlandırılmasında ister doğal ister yabancı türlerle çalışılacak olsun, yalancı akasya ve gladiçya gibi azot bağlama kapasitesi yüksek olan ağaç türlerinin seçilmesi besin bakımından fakir bu sahaların orta ve uzun vadede zenginleşmesine katkı sağlayarak bu sahalardaki azot döngüsü ve doğal bitki örtüsünün gelişimini hızlandıracaktır. Yarıkurak alanların ağaçlandırılmasında önemli bir sorun da kaliteli fidan teminidir. Bu sorunun çözümünde, kurak ve yarıkurak sahalara özgü ağaçlandırmalar için özel ihtisas fidanlıklarının kurulması önemli bir katkı sağlayabilir. Kurak ve yarıkurak alanlarda kullanılacak bitki türlerinin seçiminde yöre ekonomisine katkı sağlayabilecek türler (hayvan yemi, arıcılık, tıbbi bitki, gelir getirici, peyzaj değeri vb.) öncelik verilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağaçlandırma, Doğal vejetasyon, Kalıntı meşcere, Rehabilitasyon, Orta Kuzey Anadolu

### Rehabilitation of Semi-Arid Areas in Central Anatolia

#### Abstract

Climate is highly variable across Turkey due to its geographical location, topography, and effect of sea. Terrestrial climate predominates in the inland areas, away from the sea. Low precipitation, high diurnal temperature difference, and low humidity are the principal factors limiting the vegetation growth in arid and semi-arid regions. Highly different soils are formed due to differences in parent materials in semi-arid locations in Central Anatolian region. In most of these locations, fertile topsoil is lost via accelerated erosion due to degraded vegetation caused by over grazing. In general, lands <1000 m are steppes of Anatolia and grasses and bushes are the principal vegetation in these locations. The steppes of degraded oaks, black pines, and junipers take place on the heights > 1000 m. Relict forests, woods, and individual trees provide important clues on the past of these semi-arid landscapes. The degree of degradation is highly important in determination of the species to be used for rehabilitation. An appropriate selection of species is important for a successful rehabilitation. In this regard, the species selection should be made based on site specific ecological conditions. The local species, which are adapted to extreme conditions, should be given precedence. On the other hand, exotic species to be adapted to the conditions similar to local conditions may be selected. Local or exotic, those plants with high nitrogen fixing capacity, such as honey locust and black locust, should be selected. Such selection will

\*08-12 Haziran 2015 tarihlerinde Kazakistan/Astana'da düzenlenen olan "International Scientific Forum on "Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests" isimli kongrede sunulmuş ve bildiri özetleri kitabında özeti yayınlamıştır.

enhance the productivity of the landscape and development of the vegetation in the long term. Providing saplings with an adequate quality is another important issue in rehabilitation of semi-arid landscapes. Nursery gardens, specialized in production of sapling for semiarid landscapes, should be established. The species with a capacity to economically contribute (such as animal food, apicultures, medical plants, ornamentals, etc) the local people should be prioritized in species selection.

**Keywords:** Reforestation, Natural vegetation, Relict stand, Rehabilitation, Mid-north Anatolia

## Giriş

Ormanlar, insanlığa gıda, yakıt, barınak, temiz hava ve su, ilaç, gelir kaynağı, istihdam, dinlenme ve peyzaj gibi maddi-manevi birçok ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel faydalar sunan doğal bir kaynaktır. Türkiye yaklaşık 80 milyon hektar yüzölçümüyle, dağlık ve ekocoğrafya bakımından tür ve kompozisyon olarak oldukça zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Ülkemiz ormanları 2015 yılı verilerine göre ülke yüzölçümünün %28,6'sını kaplamakta olup buna orman içi açıklıklar dâhil değildir (Anonim, 2015).

Yirminci yüzyıldaki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar; küresel iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması ve çölleşme olarak özetlenebilir. Çölleşme, kurak, yarıkurak ve yarı nemli iklim özelliklerine sahip bölgelerde iklim değişikliği ve insan faaliyetleri de dâhil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanan arazi bozulumu (tahribi) olarak adlandırılmaktadır (UNCCD, 1995). Çölleşme bir bölgenin çöl haline gelmesi değil, yenilenemez bir kaynak olan arazilerin üretkenliğini kaybetmesidir (Anonim, 2013). Organik madde yetersizliği, çoraklık, taşlılık ve yetersiz drenaj gibi çeşitli sorunlar nedeniyle üretim yeteneği oldukça kısıtlı olan ülke topraklarımız, yüzyıllardan beri devam eden yanlış ve yoğun kullanımlar nedeniyle üretkenliklerini kaybetmiş durumdadır (Erşahin, 2001). Arazi bozulması, yalnızca tarım alanlarında değil, aynı zamanda mera, orman ya da maki/fundalık gibi alanlarda da meydana gelmektedir. Arazi bozulmasına neden olan faktörlerden bazıları; orman alanlarının tahribi, meralarda kapasitelerinin üzerindeki otlatmalar yapılması, göçler, arazilerin yanlış ve amaca uygun olmayan kullanımları, tarım alanlarında aşırı ve bilinçsiz gübreleme, ilaçlama ve sulamaların yapılması, anızların yakılması, toprak kirliliği, taşkınlık, kuraklık ve toprak organik maddesinin kaybı olarak özetlemek mümkündür (ÇOB, 2005; UNCCD, 2011).

Türkiye'nin iklimi; coğrafi konumu, üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların kıyıya paralel uzanması ve topoğrafik yapısı nedeniyle oldukça değişkenlik gösterir. Ülkemizin Ege ve Akdeniz

kıyılarında yüksek mevsimsel yağışlı ılıman bir iklim sürerken Karadeniz kıyılarında yağışlı, nemli ve ılıman bir iklim görölmektedir. Buna karşın deniz etkisinden uzak İç ve Doğu Anadolu ile İç Trakya'da ise karasal ve yarıkurak bir iklim hâkim olmaktadır (Eriņ, 1969; Türkeş ve Tatlı, 2009; Anonim, 2013). Kuraklık indisi değerleri (0,20–0,65) bakımından bir değerlendirme yapıldığında; yarıkurak ve kurak-yarı nemli alanların ülke yüzölçümünün %35'ini oluşturduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu alanlara çölleşmeye eğilimli yarı nemli alanlar da (kuraklık indisi değerleri 0,65–0,80 arasında) eklendiğinde ülkemizin % 60'ının çölleşme riski taşıdığını söylemek mümkün görölmektedir (Türkeş, 2010; Anonim, 2013)

İç Anadolu Bölgesinde yer alan Konya ile Doğu Anadolu Bölgesindeki Iğdır dolaylarında yağış 300 mm'nin altına kadar düşmekte olup bu alanlar kuraklık indisi değerlerine göre kurak alan olarak değerlendirilmektedir (Türkeş, 2010; Şahin, 2012; Anonim, 2013). Aynı zamanda Urfa Akçakale yöresinin 330 mm yağış ile oldukça kurak bir alan olduğu bildirilmektedir (Kantarıcı, 2005; Anonim, 2013). Türkiye'nin yarıkurak bölgeleri; çoğunlukla İç Anadolu Bozkırının yayılış gösterdiği Konya, Karaman, Niğde, Kayseri, Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Ankara, Eskişehir ve Çankırı gibi illerde geniş alanlarda yer almaktadır. Bunun dışında Malatya, Elazığ, Diyarbakır ve Urfa illerimizde de yarıkurak olarak nitelendirilebilecek alanlar bulunmaktadır (Anonim, 2013).

Türkiye'deki toplam 22.342.935 ha'lık orman alanının yaklaşık %50'si bozuk orman vasfındadır (Anonim, 2015). Bu nedenle, bu alanların ağaçlandırma ve diğer imar-ihya yöntemleri ile verimli hale getirilmesi (rehabilitasyonu), ormanların fonksiyonlarının geri kazanılması açısından son derece önemlidir. Bozuk ormanlar verimliliklerini, biyoçeşitliliklerini ve eskiden sahip oldukları ürün ve hizmet üretimlerini belli ölçülerde kaybetmiş olan ormanlardır. Degradasyon (bozulma) orman yapısı, verimliliği ve doğal bitki çeşitliliğindeki kaybı ifade etmektedir. Bu orman alanları belli oranlarda ağaç örtüsü taşıyabilmekle birlikte, ormanda başlangıçta mevcut olan ekolojik

bütünlük bozulmuştur. Verimsiz ormanların oluşum aşamalarından sonra, degradasyonu oluşturan faktörün ortadan kalkması ile bazı ekosistemler; kendi kendilerine yenilenebilirken, çoğu ekosistemlerde bu kendiliğinden yenilenme görülmemektedir. Bu yenilenmenin görülememesinin sebebi orijinal bitki ve hayvan türlerinin ancak az bir kısmının alanda kalması, toprak verimliliği gibi biyofiziksel çevrenin bozulması ve ekosistemin sürekli rahatsız edilmesi sayılmaktadır. Bu tür alanlarda ekosistemin yenilenmesi gerçekleşse bile süreç çok yavaş ilerlemektedir. Ekosistemin bu tarz yavaş yenilenmesi ileri tahriplere ve degradasyonlara sebep olabilmektedir. Bu nedenle yenilenme sürecini başlatmak veya devam eden süreci hızlandırmak yönünden insan müdahalesi gerekebilmektedir. Bozulmuş bir ormanın eski haline getirilmesi restorasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu tür alanlarda orijinal bitki ve hayvan türlerinin, geçmişle uyumlu bir orman yapısının bulunması gerekmektedir. Restorasyonda amaç mümkün olduğu kadar eski duruma yakın bir ekosistem oluşturmaktır. Burada özellikle eski biyoçeşitliliğin de alana getirilmesi amaçlanmaktadır. Başka bir anlamda yapısal özellikleri, verimliliği ve biyoçeşitliliği ile eski orman yapısı alana getirilmeye çalışılmaktadır. Rehabilitasyonda ise verimsiz ormanın eski verimliliği ve yapısının geri kazanılması amaçlanmakla birlikte, tam olarak biyoçeşitliliğin geriye kazanılması amaçlanmamaktadır. Yetişme ortamının, geçen zaman sürecinde eski doğal türlerden bir kısmı için elverişsiz duruma gelmesi ve ekonomik sebepler biyolojik çeşitliliğin geri getirilmesini engellemektedir. Uzmanlar, restorasyon veya rehabilitasyon arasında seçim yapmakta sık sık zorlanmaktadır. Restorasyona çoğunlukla orijinal bitki örtüsünün kaybolmadığı, ancak son zamanlarda verimsiz hale gelmiş alanlarda başvurmak gerekmektedir. Uzun yıllar baskı altında kalan veya başka amaçlarla kullanılan alanlarda restorasyona başvurmak gerçekçi değildir. Bu alanlarda doğal bitki örtüsü büyük oranda kaybolmuş, hatta yabancı bazı türler alanda yerleşmiştir. Türkiye’de verimsiz ormanların ışlahı kapsamında gerçekleştirilen rehabilitasyon çalışmaları (ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları, mera-otlak ışlahları, bozuk baltalık alanlarının ve kapalılığı %11–40 arasında değişen ormanlardaki çalışmaları) Orman Genel Müdürlüğü’nce yapılmaktadır. Rehabilitasyon çalışmaları; ağaçlandırma, yapay gençleştirme, bakım, aşılama v.b. teknikleri içeren kombine

çalışmalardır (Sıvacıoğlu ve Öner, 2010).

Bu çalışmada, Orman Genel Müdürlüğü tarafından Orta Kuzey Anadolu’da yürütölen rehabilitasyon çalışmalarının genel değerlendirmesi yapılmıştır. Bu bağlamda, verimsiz orman alanlarının ışlahına yönelik yapılan bu çalışmaların çölleşmeyle mücadeleye olan katkıları değerlendirilmiş ve ileride yapılacak çalışmalarda dikkate alınması gereken hususlara yer verilmiştir.

### **İç Anadolu’nun Ekolojik Özellikleri**

İç Anadolu bölgesi; yaklaşık 151.000 km<sup>2</sup>’lik yüz ölçümü ile ölkü topraklarının %21’ini kaplayan ve Anadolu’nun orta kısmında yer alan yedi coğrafi bölgemizden birisidir.

**İklim:** İç Anadolu Bölgesi’nin etrafı yüksek dağlarla çevrili olduğundan dolayı denizlerin nemli havası bu bölgenin içine rahat bir şekilde nüfuz edememektedir. Bu nedenle bölgede genellikle yazların sıcak ve kurak, kışların soğuk ve kar yağışlı olduğu karasal iklim koşulları hâkimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe yükseltinin artmasıyla birlikte iklimin karasallık derecesi de artmaktadır. Bu bağlamda İç Anadolu Bölgesi’nde yarı karasal ve yarıkurak iklim koşullarının daha etkili olduğu söylenebilir. Yıllık ortalama sıcaklık 0-1500m yükseltilerde 8–12 °C arasında seyrederken yükseltiler arttıkça örneğin Erciyes Dağı’nda ortalama sıcaklığın 4 °C’nin altına düştüğü bildirilmektedir. İç Anadolu bölgesi, ölkemizin en az yağış alan (Konya 326 mm, Karapınar 250 mm, Kayseri 375 mm, Kırşehir 378 mm, Çankırı 400 mm) bölgesidir. Yılın en yağışlı dönemi, bölgenin doğusunda ilkbaharda görülürken batısında kış mevsimindedir. Yağış etkinliği açısından bir değerlendirme yapıldığında bölgenin büyük bir bölümünde yarıkurak iklim koşullarının hâkim olduğu söylenebilir. Bölgenin çevresinde ise yarıkurak-yarı nemli iklim şartları hüküm sürer. Bölgede görölen yağışlar konveksiyonel ve cephesel kökenlidir. Kırkıkindi adı da verilen konveksiyonel yağışların bölgede ilkbaharda yaygın olarak göröldüğü bilinmektedir. Aynı zamanda bölgede vejetasyon döneminin en 3-4 ayı kurak geğmektedir. Yağışlarda mevsimsel farklılıklar yanında yıllara dağılımda da önemli farklılıklar görölmektedir. Örnek vermek gerekirse; Konya iline düşen yağış miktarı yıllara göre 150-550 mm arasında değişkenlik arz etmektedir. İç Anadolu düzlüklerinde yağışın 250 mm’nin de altına kadar düştüğü yerler (Eskişehir-193 mm; Aksaray-161 mm; Niğde-192 mm; Çankırı-250 mm;



Ankara-242 mm) bulunmaktadır. İç Anadolu'nun orta kesiminde yıllık ortalama bağıl nem %55-60 civarında seyrederken yükseltinin artması ve hava sıcaklığının düşmesine bağıl olarak bağıl nemin %60-65'e kadar çıktığı alanlar bulunmaktadır. Bölgede kış mevsiminde %80'e kadar ulaşan bağıl nem, yazın %40-50 dolaylarında seyretmektedir. Bununla birlikte yazın özellikle Ağustos ayında bazı günler, havadaki bağıl nemin %2'ye kadar düşmesi, buharlaşmayı aşırı derecede artırmaktadır. Yıllık ortalama bulutluluk 4,5-5 dolayındadır. Yazın 1,5-2 arasında olan bulutluluk, kışın ve özellikle ilkbaharın yağışlı dönemlerinde artarak 6'nın üzerine çıkar. Hava kütlelerinin ve frontal (cephesel) faaliyetlerin hareketlerine bağıl olarak yıl içinde rüzgâr yönü ve frekansında önemli değişimler olur. Kışın genel olarak kuzey sektörden esen rüzgârlar hâkim duruma geçer (Anonim, 2013).

**Toprak:** Türkiye, farklı toprak oluşum veya değişik gelişim süreçleri gösteren ve çeşitli toprak tiplerini bünyesinde barındıran bir ülke konumundadır (Erşahin ve ark., 2015). Ülkemizin yarıkurak alanlarında farklı ana materyal, topografya ve iklim özellikleri nedeniyle oldukça farklı topraklar oluşmuştur. Yarıkurak alanlarımızdaki toprakların genellikle killi ve kireçli olduğu söylenebilir. Söz konusu alanlarda toprakların çoğunun pH'sı 7-8 arasında olup kireç içeriği ve yetersiz yağış nedeniyle kirecin yıkanmamasından dolayı hafif alkalendir. Tuzlu, alkali ya da jipsli topraklarda pH değerleri daha da yüksek olabilmektedir. Özellikle güney ve iç bölgelerimizde 600 mm'nin altında yağış alan yörelerde alt katında karbonat (özellikle kalsiyum karbonat) birikiminin olduğu (kalsifikasyon süreci) topraklar yer almaktadır. Yağış miktarının azalmasına bağıl olarak alt toprakta karbonat birikimi de gittikçe artmaktadır. Nitekim yağış miktarının 400-500 mm'nin altında olduğu İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu bölgeleri ve Doğu Anadolu'nun çukur alanlarında ise karbonat yoğunlaşır. Yağış miktarının 400 mm'nin altında olduğu Tuz Gölü Havzası'nda sığ A horizonunun hemen altında karbonatların biriktiği Sierozemler bulunur. B horizonunda yoğun kireç birikiminin olduğu kahverengi bozkır toprakları ise İç Anadolu'da 400 mm'nin altında yağış alan sahalarda bozkır vejetasyonu altında gelişmiştir. Yağış miktarının 400-500 mm arasında seyrettiği ve nispeten uzun boylu bozkır, kurakçıl orman ve çayır bozkırlarının yaygın olduğu İç Anadolu'nun çevresinde, İçbatı Anadolu'da ve Doğu Anadolu'da kestane renkli topraklar yer almaktadır.

Bu toprakların B horizonunun altında ve bazen de C horizonunun üstünde kireç lekeleri ya da kireç çöceklerinin bulunduğu bir karbonat yığılma katı görülmektedir (Atalay, 2015). Toprak tekstürleri çoğunlukla killi balçık ya da balçıklı kil olup, kil topraklar da mevcuttur. Yer yer kumlu depolar üzerinde, granit, kum taşı ya da kumlu kireçtaşları üzerinde kumlu balçık tekstüründe topraklar da gelişmiştir. Toprak derinlikleri de oldukça değişkendir. Serpantin, mermer, kuvarsit gibi anakayalar üzerindeki topraklar oldukça sıgıdır. Buna karşılık alüvyal ya da kolüvyal depolar üzerindeki topraklar oldukça derindir. Yarıkurak alanlardaki toprakların çoğunda aşırı otlatma sonucunda bitki örtüsü tahrip olmuş ve toprakların Ah horizonları erozyonla taşınmıştır. Bu durum toprakların organik madde içeriklerinin de oldukça düşük olmasına yol açmıştır (Anonim, 2013). İç Anadolu'da Aslım ve Hotamış sulak alanları civarında görülen tuzlu toprakların yüzeyindeki tuzlar, hidroskopik olduğundan devamlı ıslak haldedir. Bitki örtüsünü önemli ölçüde kaybetmiş eğimli sahalarda sürekli aşınma olduğundan, toprakta ana materyalin fiziksel ve kimyasal etkileri görülür. Örneğin, Niğde-Ürgüp-Nevşehir dolaylarında volkanik tüf ve kumların varlığından dolayı topraklar açık renkli ve kumludur. Çankırı-Sivas arasında jipsli araziler üzerinde yer yer tuzlu ve gri renkli topraklar yaygındır. Miyosen göl tortulları üzerinde kırmızı, beyaz renkli neojen göl depoları üzerinde ise kireçli ve beyaz renkli sıg topraklar baskın olarak yer almaktadır. Ana materyalin andezit gibi sert kayalardan oluştuğu sahalarda, toprak aşınması sonucu kayalıklar halinde ortaya çıkmış durumdadır. Sivrihisar gibi granit kütlelerinin yer aldığı çok engebeli alanlarda ise sürekli toprak aşınması sonucu sarp kayalıklar görülür. Eğimli sahalarda topraklar sürekli olarak aşındıklarından dolayı olgun bir toprak katı oluşmamaktadır. Böyle yerlerde toprak oluşumunun başlangıç safhasında olduğu inceptisol ordosuna giren topraklar yaygındır. Alüvyal topraklar, eski Konya Gölü'nün bulunduğu sahayı kaplayan Konya Ovası'nın büyük bir bölümünde görülür. Ayrıca Akşehir, Eber gölleri ile Konya Ovası'nda ince malzemelerden oluşan alüvyal topraklar yaygındır. Volkanik regosollar, asit volkan kum ve tüflerinin yaygın olduğu Ürgüp, Göreme, Nevşehir civarında çok geçirgen ve silisli bu depolar üzerinde bulunur (Anonim, 2013).

**Bitki örtüsü:** Ülkemizin iç kesimindeki karasal bölgelerde iklim koşullarına göre farklı

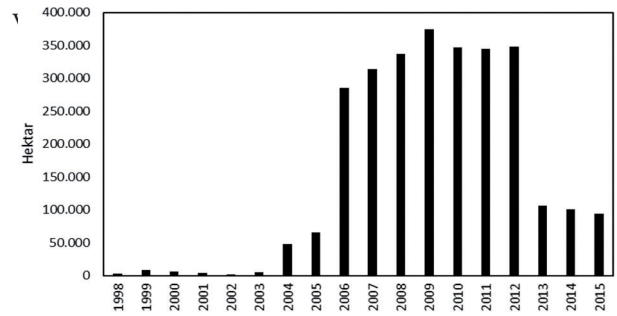
bitki toplulukları görölmektedir. İç Anadolu bölgesinin alçak kesimlerinde yaz döneminde hüküm süren kuraklık ve karasallığa bağlı olarak ot (bozkır) vejetasyonunda biyomasın düşük olması, toprakların organik madde yönünden fakir olmasına neden olmuştur. İç Anadolu'da bozkırların üzerinden başlayarak 2000 m'nin üzerine kadar olan kesimlerde altta meşe, üste doğru karaçamların baskın olduğu seyrek ve kurakçıl ormanlar yer almaktadır. Ancak bu ormanların büyük bir bölümü tahrip edildiğinden antropojen bozkırlar baskın duruma geçmiştir (Atalay, 2015). İç Anadolu'da ekolojik koşullara göre bozkır sahaları, güneyde Konya-Ereğli ovalarından başlayarak Tuz Gölü üzerinden kuzeybatıya doğru Sakarya ve Porsuk çayları boyunca Eskişehir Ovası'na kadar uzanan alanda yer almaktadır (Anonim, 2013).

İç Anadolu'da bozkır vejetasyonunu oluşturan hakim türler; *Artemisia fragrans* (yavşan), *Thymus squarrosus* (kekik), *Festuca valesiaca*, *Amblyopyrum muticum*, *Agropyron divaricatum*, *Hordeum murinum*, *Onopordon acanthium*, *Satureja cuneifolia*, *Stipa* sp., *Bromus* sp., *Festuca* sp., *Alyssum* sp., *Ajuga* sp., *Centaurea* sp., *Galium* sp., *Medicago* sp., *Marrubium* sp., *Nigella* sp., *Papaver* sp., *Convolvulus* sp., *Crucianella* sp., *Trifolium* sp., *Salvia* sp., *Senecio* sp., *Sideritis* sp., *Ziziphora* sp., *Leontodon asperrium*'dur. Başlıca çalılar ise; *Prunus spinosa*, *Jasminum fruticans*, *Rosa sulphurea*, *Crataegus orientalis*, *Lonicera etrusca* ve *Clematis vitalba*'dır (Çetik 1971; Anonim, 2013). Bunların dışında ağaççıklardan *Amygdalus orientalis* (yabanî badem), *Paliurus spina-christi* (karaçalı), *Rhus coriaria* (sumak), *Capparis sicula* (kebere), *Antraphaxis billardieri*'de yayılış göstermektedir. İç Anadolu'da *Astragalus* sp., *Acantholimon* sp., *Genista* sp., *Alhagi* sp. gibi kuraklığa çok dayanıklı kök sistemi bulunan ve çok derine giden yastık şeklinde dikenli türler de yaygın olarak bulunmaktadır. İç Anadolu bozkırının en karakteristik bitkisi *Artemisia fragrans* (yavşan otu) olup aşırı hayvan otlatması sonucu yayılışı oldukça azalmıştır. Bilhassa aşırı hayvan otlatılmasının devam ettiği sahalarda hayvanların yemedikleri *Noea spinossisima*, *Eryngium campestre*, *Peganum harmala*, *Euphorbia tinctoria*, *Centaurea squarrosa*, *Cousinia birandiana*, *Alhagi camelorum*, *Eromostachy macrophylla* gibi dikenli ve acı türler yaygınlaşmıştır (Birand, 1961; Anonim, 2013). Antropojen bozkırlar genellikle dağ bozkır olarak da adlandırılmaktadır. Bu alanlarda kekik-geven

ve diğer bozkır bitkilerinden oluşan bitki birlikleri yayılış göstermektedir. Örneğin; Bayat Kasabası-Köroğlubeli arasındaki karaçam tahrip alanında *Artemisia campestre* ve *Hypericum heterophyllum* birlikleri bulunur (Çetik ve Vural 1979; Anonim, 2013). Beypazarı-Karaşar ve Nallıhan civarında ise *Thymus sipyleus*, *Astragalus microcephalus* ve *Astragalus angustifolius*'un yer aldığı dağ bozkır ve *Artemisia fragrans*'ların olduğu ova bozkır yer almaktadır (Anonim, 2013).

### Bozuk Orman Alanlarında Rehabilitasyon

Türkiye'de 1998–2015 yılları arasında bozuk orman alanlarında gerçekleştirilmiş olan rehabilitasyon faaliyetlerine ilişkin grafik Şekil 1'de



Şekil 1. Türkiye'de bozuk orman alanlarında rehabilitasyon faaliyetleri (1998–2015) (URL-1)

Şekil 1 incelendiğinde alansal olarak en fazla rehabilitasyon çalışması 374.728 ha ile 2009 yılında gerçekleştirilmiştir. İç Anadolu'da 2003–2015 yılları arasında gerçekleştirilen rehabilitasyon faaliyetlerine ilişkin bazı görüntüler Şekil 2'de sayısal veriler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

**Tür Seçimi:** Ekolojik anlamda oldukça hassas olan söz konusu ekosistemlerin ağaçlandırılmak suretiyle rehabilite edilmesi çok iyi bir planlama ve özellikle de tür seçiminde özenli davranılmasını gerektirmektedir. Ülkemizin kurak ve yarıkurak alanlarında yer alan kalıntı ormanlar, ağaç toplulukları, gruplar ve bireyler, ormanın geçmişi hakkında bizlere önemli bilgiler sunmaktadır (Aytuğ ve Görecelioğlu, 1993; Anonim, 1996 a-b; Boydak ve Ark. 2010; Anonim, 2013). Kurak ve yarıkurak bölge ağaçlandırmalarında, çalışılacak sahaya özgü ekolojik, biyolojik ve sosyo-ekonomik verilerin ışığında doğru tür seçiminin yapılması başarıya ulaşmak için zorunludur. Çalışma yapılacak alanlarda ekosistemdeki mevcut bozulmanın (degradasyonun) derecesi ve çalışmanın amacı; tür seçiminde belirleyici özelliklerdir. İsaletli



Şekil 2. Rehabilitasyon faaliyetlerinden görünüm

Çizelge 1. İç Anadolu bozuk orman alanlarında gerçekleştirilen rehabilitasyon faaliyetleri (1992-2015) (URL-1)

İBBS(1) - 3.Düzey	Hektar														
	1992 - 2002 Ort	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
TR	Türkiye	2200	5187	48013	65260	285179	313659	336910	374728	346902	344570	347719	106182	100432	94411
TR412	Eskişehir	-	81	1030	1989	4700	7090	8320	8875	9360	9151	7724	7913	3852	2786
TR510	Ankara	-	7	497	1527	10869	7967	10909	12446	9851	10937	8832	5260	3875	3789
TR521	Konya	-	-	1140	1704	10149	10952	10192	12327	13060	10345	11596	5138	4057	4316
TR522	Karaman	-	-	468	-	3754	4701	4927	6556	6069	6035	5420	735	2199	1392
TR711	Kırıkkale	-	-	150	216	1355	65	813	735	789	1234	2996	709	580	739
TR712	Aksaray	-	-	-	395	87	250	511	500	291	100	-	34	140	200
TR713	Niğde	-	-	400	400	600	2250	1008	2100	777	1211	2503	408	-	200
TR714	Nevşehir	-	-	-	-	-	-	689	220	1382	203	740	392	700	575
TR715	Kırşehir	-	-	-	-	720	1588	1000	1062	1116	1416	3174	444	863	400
TR721	Kayseri	-	-	396	-	2651	3000	2990	2409	2197	2321	3163	2400	1762	1400
TR722	Sivas	-	127	270	921	3151	4107	4417	5122	5945	4910	5300	3257	1255	2630
TR723	Yozgat	-	55	466	843	4867	5917	6971	6564	5951	5882	4283	2826	3330	2886
TR822	Çankırı	-	-	685	1180	4598	4871	7278	5782	3560	5513	4665	1432	1603	1194

(1) İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması.

tür seçiminin, ekosistemin rehabilitasyon süreci ile rehabilitasyonun gerçekleşme hızında önemli bir etmen olduğu unutulmamalıdır. Söz konusu alanların ağaçlandırılmasında, tür seçimi geniş alanlar ölçeğinde yapılmamalıdır. Sahaya özgü ekolojik koşullar dikkate alınarak tür tercihleri tespit edilmelidir (FAO, 1989; Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Başarılı bir ağaçlandırma çalışması yapabilmek için; yeterli nitelik ve nicelikte üretim materyali (tohum, fidan) gerekmektedir (Ürgenç, 1998; Anonim, 2013). Kurak ve yarıkurak ekosistemlerin ağaçlandırılmasında; mevcut ekstrem koşullara uyum sağlamış doğal tür ve yerel orijinlere öncelik verilmelidir. Çalışma alanlarında mevcut bulunan kalıntı ormanlar, ağaç toplulukları, gruplar ve bireyler bu bağlamda başvurulabilecek ilk kaynaklardır. Daha az tahrip görmüş veya başlıca tahrip görmemiş komşu ekosistemlerdeki mevcut diğer ağaç türleri de dikkate alınması gereken ikincil kaynaklardır (Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Uygulamada bol tohum veren ve farklı ekolojik koşullara dayanıklı doğal türlerin seçilmesi önerilebilir. Ancak, kurak ve yarıkurak alan ağaçlandırmalarında, tohum toplanabilecek kalıntı meşcereler veya benzer kaynakların bulunmaması halinde, farklı coğrafyalarda yer almasına rağmen benzer ekolojik koşullara uyum sağlamış yabancı tür ve orijinlerden yararlanılması gerekebilir. Bununla birlikte yabancı tür ve orijinler, öncelikle yöreye uyum bakımından test edilmek koşuluyla, ağaçlandırmaların başarısını artırabilir (FAO, 1989; Bernard-Reversat, 2001; Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Yabancı türlerle çalışma fikri ilk bakışta ekolojik açıdan çekici gelmemesine rağmen, bu türler doğru bir yönetim anlayışı ile yetişme ortamı koşullarını değiştirerek toprak ve alt (meşcere) katmanlarda biyoçeşitliliğin artmasına da katkı sağlayabilir (Bernard-Reversat, 2001; Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Kurak ve yarıkurak alan ağaçlandırmalarında gerek doğal gerekse yabancı türlerle yapılacak çalışmalarda, azot bağlama kapasitesi yüksek olan ağaç türlerinin seçilmesi (ör. yalancı akasya, gladiçya vb.), besin bakımından fakir olan bu sahaların orta ve uzun vadede zenginleşmesine katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda sahadaki azot döngüsü ve doğal bitki örtüsünün gelişimi de hızlanacaktır (Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013).

Kurak ve yarıkurak alanların ağaçlandırılmasında karşılaşılan önemli sorunlardan biri de kaliteli tohum teminidir. Söz konusu alanlarda yapılacak

ağaçlandırmalar için özel ihtisas fidanlıklarının kurulması, sorununun çözümüne önemli katkılar sağlayabilecektir. Gerek dünyada gerekse Türkiye’de kurak ve yarıkurak alanlarda ormansızlaşmaya neden olan insan etkileri, bu yörede yaşayan insanların sosyo-ekonomik düzeylerinin düşük olması ile ilişkilidir. Dolayısıyla bu tür sahalarda yapılacak çalışmalarda, yöre halkı (çiftçilik, hayvancılık v.b. diğer işlerle uğraşanlar) mutlaka projelere dâhil edilerek maddi bir kazanç sağlamalarına imkân verilmelidir (Evans ve Turnbull, 2004; Küçükkaya, 2010; Anonim, 2013). Bu sayede, hem yöre halkının gelir seviyesi yükseltilecek hem de projenin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi ve amacına ulaşması emniyet altına alınabilecektir. Kurak ve yarıkurak alanlarda kullanılacak bitki türlerinin tespitinde, yöre halkının sosyo-ekonomik durumunu iyileştirici türlere (hayvan yemi, arıcılık, tıbbi bitki, gelir getirici ve peyzaj değeri vb.) öncelik verilmelidir (Anonim, 2013).

Bu bağlamda kurak ve yarıkurak alan ağaçlandırmalarında kullanılacak türlerin seçiminde şu genel hususların göz önünde bulundurulmasının yerinde bir karar olacağı düşünülmektedir. Öncelikli olarak çalışılacak sahanın doğal bitki örtüsünün ve sahaya özgü ekolojik özelliklerin tam olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede alınacak küçük örnekleme (ör. 400 m<sup>2</sup>’lik dairesel) alanlar vasıtasıyla doğal bitki örtüsü belirlenmelidir (Gonella ve Neel, 1993; Anonim, 2013). Ağaçlandırmalarda kullanılacak generatif ve vejetatif üretim materyalleri; öncelikle mevcut ekolojik koşullara uyum sağlamış doğal türlerden temin edilmelidir. Bu husus yöresel genetik biyoçeşitliliğin ve ekolojik stabilitenin korunması açısından da son derece önemlidir (Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Uygulamalarda yöresel türlere öncelik vermekle beraber farklı coğrafyalarda yetişmesine rağmen evrimsel olarak benzer stres unsurları (yetersiz nem ve besin elementleri, yüksek sıcaklık ve evaporasyon vb.) altında şekillenmiş ve başarı ile denenmiş yabancı türler de göz ardı edilmemelidir. Seçilecek türlerin ağaçlandırılacak yörede doğada bol miktarda bulunması da önemlidir. Türlerin dikim ve bakım işlemlerinin basit olması, potansiyel hastalık ve zararlılarının göz önüne alınması, iyi bir ıslah potansiyeline sahip olması, idare süresi içinde kabul edilebilir büyüme ve hâsılat yapması da göz önünde bulundurulmalıdır (Booth ve Wickens, 1988; FAO, 1989; Anonim, 2013). Odun hammaddesi yanında, odun dışı ürünler veren, toprağı ıslah eden, yaprak

faýdalanması yoluyla yaban hayatına da katkılar sağlayabilecek türlerin de karışıma dâhil edilmesi, kırsal bölge halkının ekonomisine katkı yapan türlerin kullanılmasına da öncelik verilmesi yerinde olacaktır (Evans ve Turnbull, 2004; Anonim, 2013). Aynı zamanda ağaçlandırmalarda, doğal çalı, ağaççık ve ağaçlarla çok yıllık mera bitkilerinin birlikte farklı kombinasyonlarla kullanılmalrı son derece faydalı olabilecektir. Seçilecek türlerin hızla derine giden kök geliştirebilmesi de ayrıca önem arz etmektedir. Kullanılacak doğal türlerden, stomalarını erken kapatan, yaprakları transpirasyonu azaltmaya yardımcı olacak şekilde genelde küçük derimsi, kalın ve/veya tüylerle kaplı türlere öncelik verilmeli, mevcut florayı ortadan kaldırııcı, istilacı türler kullanılırken ekosistem özellikleri mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (Dirik 1994; 2000, Semerci 2002, Çalıkoğlu 2002; Anonim, 2013).

Gerek geçmişte söz konusu alanların doğal türü olan gerekse yapılan bilimsel araştırmalardan elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde; İç Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarıkurak soğuk bölgelerinde, uygun ekolojik koşullarda kullanılabilecek türler: Karaçam (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), Toros sediri (*Cedrus libani*) Meşe türleri (*Quercus pubescens*, *Q. infectoria*, *Q. robur*, *Q. cerris*), Ardiç türleri (*Juniperus oxycedrus*, *J. foetidissima*, *J. excelsa*), İğde (*Eleagnus angustifolia*), Dut türleri (*Morus alba*, *M. nigra*), Badem (*Prunus amygdalus*), Ceviz (*Juglans regia*), Mahlep (*Prunus mahaleb*), Alı türleri (*Crateagus aronia*, *C. monogyna*), Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Çitlenbik (*Celtis tournefortii*), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), Ilgın türleri (*Tamarix parvifolia*, *T. germanica*), Üvez (*Sorbus torminalis*), Kadın tuzluğu türleri (*Berberis vulgaris*, *B. crataegina*), Yabani kiraz (*Prunus avium*), Yabani elma (*Malus communis*), Erik (*Prunus domestica*), Karaçalı (*Palirus spinachristi*), Kapari türleri (*Capparis spinosa*, *C. ovata*), Akçaağaç (*Acer monspessulanum*), *Haloxylon persicum*, *Haloxylon aphyllum*, *Calligonum polygonoides*'dir. Akarsu boylarında ise Kavak türleri (*Populus tremula*, *P. alba*), Söğüt türleri (*Salix* sp.), Doğu ınarı (*Platanus orientalis*) kullanılabilir. Bu türlerin yanında Doğu mazısı (*Thuja orientalis*), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacica*), Cennet ağacı (*Ailanthus glandulosa*), *Haloxylon persicum*, Gladiya (*Gladitschia triacanthus*), Dişbudak türleri (*Fraxinus* sp.), Zerdali türleri (*Armeniaca vulgaris*) bölgelerde kullanımı düşünölebilecek türlerdir (Uslu, 1959, 1970; Yaltırık, 1984; Odabaşı

ve Boydak, 1984; Boydak, 1986, Ürgenç, 1998; Kocaçınar ve Ok, 2010; Anonim, 2013).

### Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak ifade etmek gerekirse; bölgenin ekolojik özellikleri dikkate alındığında, söz konusu alanlarda toprak varlığı, uzun süredir erozyona maruz kalması hasebiyle genellikle çorak bir yapıya sahip olmakla birlikte yağış azlığı ve yanlış arazi kullanımlarının da etkisiyle diğer alanlara göre daha hassas bir yapıya sahip oldukları bilinen bir gerçektir. Bozkır alanları, her ne kadar ağaçların yetiştirilmesine çok elverişli sahalardan olmamakla birlikte alt toprak katında yoğun kireç birikiminin olduğu, alkali reaksiyon gösteren, dolayısıyla otsu bitkilerin yetişmesi için besin maddeleri yönünden oldukça zengin sahalardır (Anonim, 2013). Bu husus dikkate alındığında; diğer alanlarda rehabilitasyon ve bitkilendirme çalışmalarında pek fazla kullanılmayan otsu tür ve çalıların yarıkurak alanlarda kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Oldukça hassas bir ekosisteme sahip kurak ve yarıkurak alanlarında gerçekleştirilecek rehabilitasyon çalışmaları kapsamındaki bitkilendirmelerde odun üretimi ya da ekonomik faydalanma amaçlarından ziyade öncelikle tabiatta var olan süksesyonun korunması mümkünse çoğaltılması ve geliştirilmesi yoluyla doğal klimaksa ulaşılmasına yardımcı olmak gerekmektedir. Bitki örtüsünün ortadan kalktığı ve aşırı bozulmuş alanlarda yapılacak çalışmalarda öncelikle toprak yüzeyinin bitki örtüsü ile kısa sürede örtölmesi sağlanmalı bu sayede toprağın erozyona doğrudan maruz kalması engellenmelidir (Özçelik ve şengönöl, 2015). Bitkilendirme çalışmalarında tür seçiminde bölgenin doğal vejetasyonunda yer alan türlerin kullanılması çalışmaların başarıya ulaşmasında katkı sağlayacak en önemli etmendir. Söz konusu alanlarda alt toprak katında yoğun kireç birikimi olduğundan, toprakların işlenmesinde çok dikkatli olunması gerekmektedir. Özellikle gereğinden fazla yapılan derin sürümlerin alt toprak katında biriken kireçli, tuzlu ve alkali maddelerin yüzeye çıkarılması yoluyla toprakta oraklaşmaya yol açabileceği unutulmamalıdır. Aynı zamanda aşırı sulama ve çukur sahalarda drenaj yetersizliği de alt toprak katındaki tuzlu, kireçli ve alkali maddelerin kapilariteyle toprak yüzeyine çıkmasına ve neticede toprakta oraklaşmaya neden olabilmektedir. Bu konu da göz ardı edilmemesi gereken diğer bir husustur (Anonim, 2013).

Üzerinde bozuk nitelikte ormanların bulunduğu

İç Anadolu'da; gerek gözlem ve tespitler gerekse söz konusu alanlarda geçmişten günümüze kadar gerçekleştirilmiş bazı bilimsel çalışmaların literatür bildirişleri (Beşkök, 1958; Uslu, 1959; Walter, 1962; FAO, 1963; Gibbs, 1975; Goor and Barney, 1976; Uluocak, 1977; Çepel, 1983; Ürgenç, 1998; Öner, 2002; Ayan ve ark., 2007; İmal ve ark., 2007; Kondur ve ark., 2007; Öner ve ark., 2007; Şimşek ve ark., 2007; Yılmaz ve ark., 2007; İmal ve Öner, 2008; Öner ve Uysal, 2009; Ertekin ve Özel, 2010; Özel ve ark., 2010; Şimşek ve ark., 2010; Yüksek ve ark., 2010; Anonim, 2013; Öner ve Eken, 2014; Öner ve ark., 2015) birlikte değerlendirildiğinde, rehabilitasyon çalışmalarında dikkate alınması gereken temel hususları kısaca özetlemek gerekirse;

» Sahada bulunan vejetasyon orman ekosistemine olumlu etkileri sürdüğü sürece korunmalı ve bu sayede genetik çeşitlilik muhafaza edilmelidir. Bütün kalıntı meşcereler ile münferit fertlerin siper, tohum ve sürgünlerinden faydalanılmalı, lokal ırklar olarak yerlerine yeni generasyonların gelip müstakil yaşama kabiliyetlerini kazanana kadar bu tür meşcereler ve fertler sahada korunmalıdır.

» Ekosistemin sürekliliği için çalışma yapılan sahalardaki doğal vejetasyon; içindeki her türlü endemik türler ile ıhlamur, kestane, ardıç, yabancı kiraz, üvez, porsuk, şimşir vb., her türlü yabancı meyve ağaçlarının yanı sıra tıbbi ve aromatik özellik taşıyan türler münferit veya gruplar halinde muhafaza edilerek biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlanmalıdır.

» Çalışma alanlarında sürgünden veya tohumdan gelmiş iyi fertlerin bulunduğu grup ve kümelerde, kalmasında yarar görülmeyen kötü fertler çıkarılarak kalanların ise bakımlarının yapılarak korunmaları sağlanmalıdır.

» Sürgün verme yeteneği yüksek olan türlerde, gelişme dinamiğini kaybetmiş, çalılaşmış gövde ve sürgünler, kök boğazından kesilmek suretiyle canlandırma kesimleri yapılmalıdır.

» Kurak ve yarıkurak alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında odun üretiminden çok, rüzgar ve su erozyonuna engel olmak, üst toprağı tespit ve onu organik artıklarla besleyerek prodüktif hale getirmek amaçlanmalıdır.

» Özellikle step alanlarında öncelikle kserofit ağaç ve çalı türleri kullanılarak ekolojik şartlar ıslah edilmeli, rutubet ilişkileri bakımından da çalışmalarda kuzey bakılar tercih edilmelidir.

» Kurak bölgelerde, toprağın asıl verimli olan üst

toprak kısmı genellikle çok sığ olduğundan sahadaki üst toprağı ince şeritler halinde bir dozer yardımı ile toplayarak, kanallı veya kanalsız setler oluşturmak suretiyle toprağın verimliliği artırılmalıdır.

» Doğal gençleştirme şartlarının bulunmadığı, canlandırma kesimleri ile yeni sürgünlerin elde edilemeyeceği yerlerde ve boşluklarda gerektiğinde toprak işleme yapılarak ekim ve dikim yoluyla gençlikler getirilmelidir.

» Rehabilitasyon çalışmalarında tohum ve fidan kullanılması söz konusu olduğunda; yetiştirme ortamına uygun tür ve orijinler kullanılmalıdır.

» Genel olarak ağaçlandırmalarda fidan boyu ile kök arasında uyumlu bir denge, katlılık, canlı bir görünüş vb. gibi kriterler başarılı bir ağaçlandırmayı doğrudan etkileyen fidan karakterleri olarak düşünülürken, kurak ve yarıkurak alan ağaçlandırmalarında transpirasyonu azaltacak yönde küçük bir gövde ve toprakta su alımını artıracak ve derinlere hızla ilerlemeyi sağlayacak derin ve saçak bir kök yapısı, fidan yetiştirme hedefi olmalıdır.

» Kurak ve yarı kurak alanlarda özellikle ibrelili türlerde, tüplü fidan kullanılmalı ve dikimler, çukur dikim yöntemleri ile erken ilkbaharda gerçekleştirilmelidir.

» Kurak ve yarı kurak alanlarda, başarıyı arttırmak için toprağı koruyucu önlemleri bünyesinde toplayan diğer kültür bakım tedbirleri (yıllık bitkilerin rotasyonlu ekimi veya dikimi, kontur tarım, karışık ürün tarımı, azaltılmış toprak işleme ve sıfır toprak işleme, rüzgar perdelerinin oluşturulması ve teraslama, damla sulama yöntemi) de olanaklar ölçüsünde uygulamalara dahil edilmelidir.

» Sosyo-ekonomik açıdan; yöre halkına gelir temin etmek amacıyla, rehabilitasyon alanlarında doğal olarak bulunan ve ekonomik değere sahip türler aşılmalıdır.

» Rehabilitasyon çalışmalarında gerekli hassasiyet gösterilerek erozyona sebebiyet verilmemeli, aynı zamanda gerektiğinde erozyon kontrolü tedbirleri alınmalıdır.

## Kaynaklar

- Anonim, 1996 a. Afforestation and Reforestation and Restoration of Forest Systems in Asian Countries Facing Drought and Desertification. International Expert Meeting on Rehabilitation of Degraded Forest Ecosystems, 24-28 June 1996, 13 p., Lisbon.
- Anonim, 1996 b. Follow-up of Support Actions in Afforestation, Reforestation and the Restoration of Forest Systems in the Near East and North African Countries with Fragile Ecosystems or Ecosystems Affected by Desertification and/or Drought. International Expert Meeting on Rehabilitation of Degraded Forests Ecosystem, 24-28 June 1996, 9 p., Lisbon.
- Anonim, 2013. Kurak ve Yarıkurak Alanlarda Ağaçlandırma ve Rehabilitasyon Rehberi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Erozyon Kontrolü Daire Başkanlığı Yayınları, 190 s., Ankara.
- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü yayınları, 36 s., Ankara.
- Atalay, İ., 2015. Türkiye Topraklarının Oluşumu ve Kullanımı. Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G. (Ed.) 2015. Toprak Amenajmanı içinde (s.19-94), Ankara.
- Ayan, S., Sivacıoğlu, A., Öner, N., Demircioğlu, N., 2007. Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Bitki Canlılığını Korumada Kullanılabilecek Toprak Islah Edici Materyaller. Türkiye’de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştay1, Bildiriler Kitabı, 1, 183-190, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- Aytuğ, B., Göreceliolu E., 1993. Anadolu Bitki Örtüsünün Geç Kuaterner’deki Gelişimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 3, Sayı 4, s. 27-46.
- Bernhard-Reversat, F., (ed.) 2001. Effect of Exotic Tree Plantations on Plant Diversity and Biological Soil Fertility in the Congo Savanna: with Special Reference to Eucalypts. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia, 71p.
- Beşkök, T., 1958. Kurak Mıntikalarda Ağaçlandırma Tekniği, Or. Ar. Ens. Yayın No:6, Ankara.
- Birand, H., 1961. Tuz Gölü Çoraklı Bitkileri. Toprak Su Umum Müdürlüğü Neşriyatları No: 102, Ankara.
- Booth, F. E. M., Wickens, G. E., 1988. Non Timber Uses of Selected Arid Zone Trees and Shrubs in Africa. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Boydak, M., 1986. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP’ta Ormancılığın Yeri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 36, Sayı 2, s. 75-93.
- Boydak, M., Ertaş, A., Çalışkan, S., 2010. Kurak ve Yarıkurak Bölgelerin Ağaçlandırılmasında İlkeler ve Uygulama Esasları. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010 Çorum, s. 370-382.
- Çalikoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çepel, N., 1983. Orman Ekolojisi, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, İ. Ü. Yayın No:3140, Orman Fak. Yayın No: 337, İstanbul.
- Çetik, R., 1971. Vegetation of Central Anatolia and its Ecology: CENTO Seminar on Agricultural Aspects of Arid and Semiarid zones: 109-128.
- Çetik, R., Vural, M., 1979. Ecological and Sociological Studies on the Vegetation of Afyon, Bayat-Koroğlubeli and its Environment: Communications de la Fac. des Sciences de l’Univ. d’Ankara, Serie C2: Bot. 23:1 -44.
- ÇOB, 2005. Çevre ve Orman Bakanlığı Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı. (Editörler: Düzgün, M., S. Kapur, C. Cangir, E. Akça, D. Boyraz ve N. Gülşen) Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları No: 250., Ankara. S: 110.
- Dirik, H., 1994. Üç Yerli Çam Türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) Kurak Periyottaki Transpirasyon Tutumlarının Ekofizyolojik Analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt, 44, Sayı 1, s. 111 - 121.
- Dirik, H., 2000. Farklı Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Orijinlerinin Kurak Dönemdeki Su Potansiyellerinin Basınç-Hacim (P-V) Eğrisi Yöntemi ile Analizi. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt, 50, Sayı 2, s. 93-103.
- Erinç, S., 1969. Klimatoloji ve Metotları. İ. Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Erşahin, S., 2001. Toprak Amenajmanı Tarımında Sürdürülebilirlik ve Çevre Kalitesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:56, Ders Notları Serisi No:21, Tokat.
- Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G.(Ed.) 2015. Toprak Amenajmanı. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Ertekin, M., Özel, H.B., 2010. Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.) Ağaçlandırmaları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12 (18), 77-85.
- Evans, J., Turnbull J., 2004. Plantation Forestry in the Tropics. 3rd. Edition. Oxford University Press, Oxford, 467 s.
- FAO, 1963: Tree Planting Practices for Arid Zones, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- FAO, 1989. Arid Zone Forestry: A Guide for Field Technicians. FAO Conservation Guide 20. <http://www.fao.org/docrep/T0122E/T0122E00.htm>.
- Gibbs, W.J., 1975. Drought It’s Definition Delineation and Effects. Drought Special Environmental Report, No:5-WMO-403, Genova.



- Gonella, M.P., Neel, M.C. 1993. Characterizing Rare Plant Habitat for Restoration in the San Bernardino National Forest. Proceedings: Wildland Shrub and Arid Land Restoration Symposium. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-315. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station; October 19-21; Las Vegas, NV.
- Goor, A.Y., Barney, C.W., 1976. Forestry Planting in Arid Zones. Ronald Press Company, New York.
- İmal, B., Yılmaz, S., Sağlıcak, Y., Kondur, Y., Şimşek, Z., Öner, N., 2007. Çankırı (Tümçam)'da Yarıkurak Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 66-71, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- İmal, B., Öner, N., 2008. Yarıkurak Bir Alan Özelliği Gösteren Çankırı İlinde Uygulanabilecek Ağaçlandırma Teknikleri. IV. Çankırı Kültürü Bilgi Şöleni, 100.Yıla Doğru Çankırı, 13-15 Kasım 2008, 231-245, Çankırı.
- Kantarci, M.D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi. İ.Ü. Yayın No. 4594, Orman Fakültesi Yayın No. 488, İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi, İstanbul.
- Kocaçınar, F., Ok, T., 2010. Orta Anadolu'da Çölleşme ile Mücadelede Kullanılabilecek Bazı Odunsu Türlerin Ekofizyolojik Özellikleri, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18 Haziran 2010 Çorum, s. 137-148.
- Kondur, Y., Öner, N., Yılmaz, S., Demir, N., İmal, B., Şimşek, Z., 2007. Çankırı (Şabanözü-Çaparkayı)'da Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 80-87, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- Küçükkaya, İ., 2010. Türkiye'de Kuraklık ve Yarıkurak Orman Arazilerinin Ağaçlandırılması, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18 Haziran 2010, Çorum, s. 426-432.
- Odabaşı, T., Boydak, M., 1984. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP'ta Ormancılığın Yeri ve Katkıları. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, s. 33-48.
- Öner, N., 2002. Çankırı İlinin Kuraklık Bakımından Kritiği İle Ağaçlandırmalarda Kullanılabilecek Türler ve Ağaçlandırma Teknikleri. Kırsal Çevre Yıllığı, 67-87.
- Öner, N., Sağlıcak, Y., İmal, B., Şimşek, Z., Kondur, Y., Yılmaz, S., 2007. Çankırı (Şabanözü) Özbek Orman İçi Ağaçlandırma Alanının Genel Değerlendirilmesi. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 94-102, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- Öner, N., Uysal, M., 2009. Usability of the Taurus Cedar and Crimean Pine in Green Belt Afforestations in Semiarid Regions in Turkey: A Case Study in Konya Province Loros Mountain-Akyokus. African Journal of Agricultural Research, 4 (10), 1049-1057.
- Öner, N., Eken, Ö., 2014. Yarıkurak Bölgelerde Erozyon Kontrolü Amaçlı Yapılan Ağaçlandırma Çalışmaları: Çankırı- Alakır Ağaçlandırması Örneği. Havza Yönetimi Sempozyumu, Uygulamalar, Politikalar ve Yeni Yaklaşımlar, 10-12 Eylül 2014, Bildiriler Kitabı, 574-579, Çankırı.
- Öner, N., Kondur, Y., Şimşek, Z., Aslan, S., 2015. Evaluation of Survival Ratios and Growth of the Common Plantation Species (Black Pine and Taurus Cedar) on Arid and Semiarid Sites in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 24(9a):2906-2915.
- Özçelik, M. S., Şengönül, K., 2015. Yarı Kurak Bölgelerde Rehabilitasyon-Toprak Koruma Çalışmalarında Kullanılabilecek Bazı Bitki Türleri. 1. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu, 10-12 Eylül 2014, Cilt.1, No.1, s.262-267, Çankırı.
- Özel, H.B., Ertekin, M., Kırdar, E., 2010. Konya-Karapınar Yöresi Kurak Mıntika Ağaçlandırmalarında Kullanılan Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.)'nın Büyüme Durumunun İncelenmesi. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010, Tebliğler Kitabı, 411-418, Çorum.
- Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanların Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Karakteristikler ile İç Anadolu'daki Dikim Başarıları Arasındaki İlişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Teknik Bülten No: 279, 142 s.
- Sıvacıoğlu, A., Öner, N., 2010. Verimsiz Ormanların İslahı Çalışmalarının Çölleşme İle Mücadele Açısından İrdelenmesi. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, 16-17 Haziran 2010, Tebliğler Kitabı, 390-393, Çorum.
- Şahin, S., 2012. An Aridity Index Defined by Precipitation and Specific Humidity. Journal of Hydrology, 444-445: 199-208.
- Şimşek, Z., Demir, N., Kondur, Y., Öner, N., Yılmaz, S., İmal, B., 2007. Yarıkurak Bölge Özelliğine Sahip Çankırı (Şabanözü-Gümerdiğin)'da Gerçekleştirilen Ağaçlandırma Çalışmaları. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 72-79, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.
- Şimşek, Z., Öner, N., Kondur, Y., Şimşek, M., 2010. Kuraklığın Orman Biyoçeşitliliği Üzerine Etkileri ve Gelecekte Alınması Gereken Önlemler. Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, 16-17 Haziran 2010, Tebliğler Kitabı, 514-521, Çorum.
- Türkeş, M., Tatlı, H., 2009. Use of the Standardized Precipitation Index (SPI) and a Modified SPI for Shaping the Drought Probabilities over Turkey. International Journal of Climatology, 29: 2270-2282.

Türkeş, M., 2010. BM Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin İklim, İklim Değişikliği ve Kuraklık Açısından Çözümlemesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010, Çorum. Tebliğler Kitabı, s:245-263/601-616.

UNCCD, 1995. The United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, text with Annexes, UNEP, Geneva, 1995.

UNCCD, 2011. Desertification: A Visual Synthesis. United Nations Convention to Combat Desertification.

URL-1. Bozuk Orman Alanlarında Gerçekleştirilen Rehabilitasyon Faaliyetleri. [http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/istatistikler\\_yeni/ormancilik\\_istatistikleri/iller\\_itibariile\\_ormancilik\\_faaliyetleri/REHAB%C4%B0L%C4%B0TASYON%20%C3%87ALI%C5%9EMALARI%20\(%C4%B0LLER%20%C4%B0T%C4%B0BAR%C4%B0YLE\).pdf](http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/istatistikler_yeni/ormancilik_istatistikleri/iller_itibariile_ormancilik_faaliyetleri/REHAB%C4%B0L%C4%B0TASYON%20%C3%87ALI%C5%9EMALARI%20(%C4%B0LLER%20%C4%B0T%C4%B0BAR%C4%B0YLE).pdf).

Uluocak, N., 1977. Kurak Mıntıklar Ormancılık Problemleri, Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

Uslu, S., 1959. İç Anadolu Stebinin Antropojen Karakterleri Üzerinde Araştırmalar. Orman Genel Müd. Yay.: 302/15, İstanbul.

Uslu, S., 1970. İç Anadolu'nun Ormansızlık Problemi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XX, Sayı 1, s. 118-126.

Ürgeç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği (Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No.3994\441, 600 s., İstanbul.

Walter, H., 1962: Anadolu'nun Vejetasyon Yapısı, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No:80, İstanbul.

Yaltırık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul, 64 s.

Yılmaz, S., Şimşek, Z., İmal, B., Öner, N., Kondur, Y., 2007. Çankırı (İldivan-Küçükhacıbey)'da Gerçekleştirilen Ağaçlandırma Çalışmaları. Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 1, 88-93, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir.

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, 20-22 Mayıs 2010, Cilt: II, 708-715.



kırılganlığı) bu minerali doğada son derece önemli kılmaktadır. Bu mineralin oluşumu ve doğadaki davranışları sık sık yanlış yorumlanmaktadır. Bu nedenle, ağırlıklı olarak jipsten oluşan toprakların özelliklerini ve davranışlarını tahmin etmek için bazı fizikokimyasal modellerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır (Herrero ve ark., 2009). Bu makalede, jips ile ilgili bazı bilgiler verildikten sonra, jipsli toprakların özellikleri ve jipsin toprak ıslah amaçlı kullanımı tartışılmıştır.

### Jipsin Başlıca Özellikleri

Bir mineralin tanınmasında, kimyasal bileşimi yanında fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de bilinmesi gerekir. Jipsin özellikleri Tablo 1’de, doğadaki farklı formları ise Şekil 1’de görülmektedir.

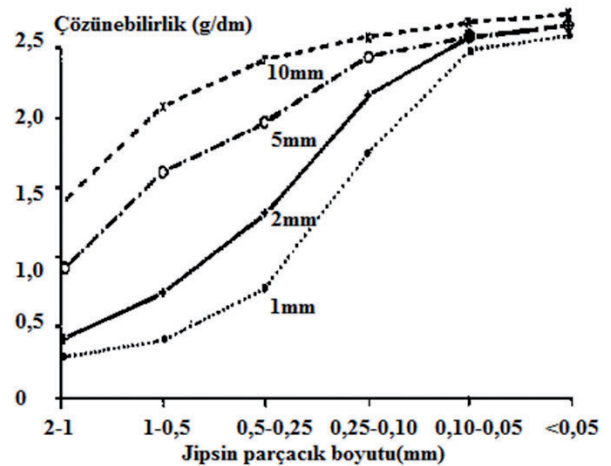
Tablo 1. Jipsin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Filiz, 2008)

Jips	Özellikler
Kimyasal Formülü	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ Jips’in % 22.3’ü kalsiyum (Ca), %18.6’sı ise kükürt (S) dür.
Renk	Renksiz, saydam, beyaz, gri, sarımsı, kırmızı, kahve, siyah, şeffaf-yarı şeffaf, çizgi rengi beyazdır.
Parlaklık	Sedefsi, camsı, kendine özgü inci parlaklıktadır
Yapı	Amorf (şekilsiz), telsel veya gelişi güzel kristaller şeklindedir. Kristal biçimi ince-kalın, levhamsı kristalli; kısa-uzun, prizmatik, iğnemsiz, masif, taneseldir.
Dilinim	Çok iyidir, üç yönde dilinimi vardır
İkizlilik	Yüzeyinde kırılmaç kuyruğu, mızrak ve kelebek ikizleri oldukça tipiktir.
Sertlik	2 (Mohs)
Özgü ağırlık	2.32 ( $g \cdot cm^{-3}$ )
Ekivalent ağırlığı	86 (g)
Çizilme durumu	Tırnak ile çizilir
Kristal sistemi	Monoklinal
Ayrılcı özelliği	Düşük sertliği ve dilinimi
Kırılma	Biri çok düzgün olan iki kırılma yüzeyine sahiptir



Şekil 1. Farklı renk ve şekildeki jips mineralleri (Anonymous, 2015a)

Jipsin suda çözünürlüğü, parçacık boyutuna (FAO, 1990) (Şekil 2), sulu solüsyonun kimyasına, sıcaklığa ve basınca bağlıdır (Eş.2) (Elorzo ve ark., 1998).



Şekil 2. Jipsin suda çözünürlüğü üzerine parçacık boyutunun etkisi (FAO, 1990)

Çözünürlüğü yüksek bir mineral olan jips, su ile temas ettiğinde;  $CaSO_4 \cdot 2H_2O + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 3H_2O$  denkliğine göre hızlı bir şekilde çözünebilir (Cooper ve Saunders, 2002).

Jipsin 1.0 atmosfer basınç altında ve 25°C'de çözünürlüğü 2400 mg L<sup>-1</sup> olup, bu değer yağmur suyunda 0-1.500 mg L<sup>-1</sup>'dir (Ford ve Williams, 1989). Jipsin 1.0 atmosfer basınç altında maksimum çözüdüğü sıcaklık aralığı ise 35-40°C'dir (Elorzo ve ark., 1998). Jipsin çözünürlüğü kireç taşından daha yüksektir. Bu yüzden

jips üzerindeki karstik şekiller, kireç taşına göre daha hızlı gelişir (Cooper ve Saunders, 2002). Jipsin çözünürlüğü dört faktöre bağlanmıştır (Doğan, 2002). Bunlar;

- 1- Litoloji,
- 2- Tabakanın kalınlığı,
- 3- Çözünen materyalin içeriği ve
- 4- Jeolojik yapısıdır.

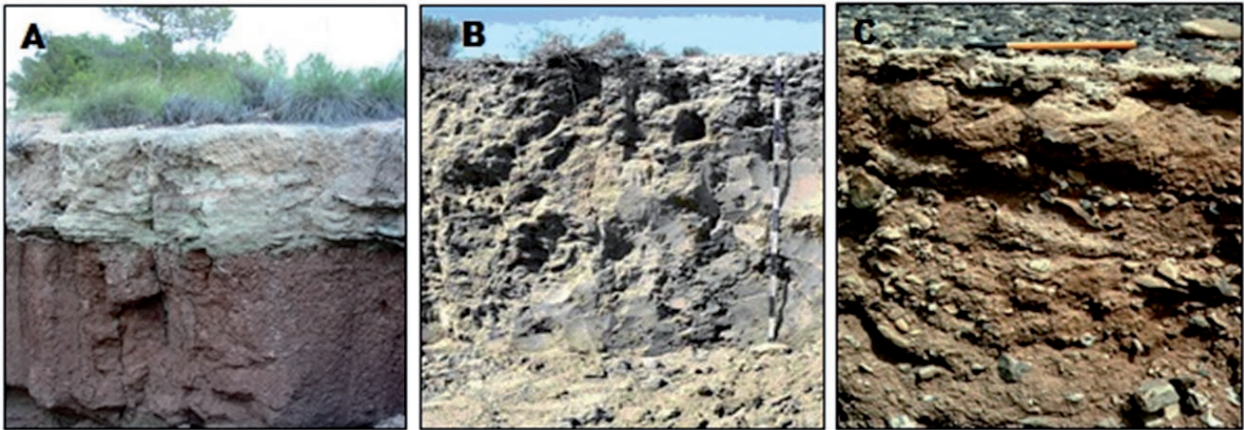
Segalen ve Brion (1981), jipsin çözünebilirliğinin çözeltilde bulunan diğer tuzlardan etkilendiğini ve gerçek çözünürlüğünün karbonatlar ve sülfatlar gibi çözünmüş mineraller içeren toprak suyunun kimyasına bağlı olduğunu belirtmiştir. Karbonat ve diğer sülfatların yüksek konsantrasyonları jipsin daha az çözünmesine neden olur (Franzen ve ark., 2006). Jips, kireçtaşından yaklaşık 10-30 kez daha fazla çözünür ve genelde daha düşük bir mekanik dayanımı vardır. Bu nedenle jipsli arazilerde karstik

peyzajlar gelişir ve bu peyzajlar kireç veya karbonatlı kayalarda olduklarından daha hızlı bozulurlar (White, 1988; Ford ve Williams, 1989).

### Jipsli Topraklar

Jipsli topraklar (Gypsisoller) genellikle yıllık yağışın 400 mm'den düşük olduğu ve jips kaynaklarının bulunduğu kurak ve yarıkurak alanlarda gelişirler (FAO, 1990) (Şekil 3A, 3B, 3C). Bu topraklarda yüzeyden ilk 100 cm derinlikte gypsic veya petrogypsic horizonla birlikte jips veya kalsiyum karbonatla zenginleşmiş okrik (ochric), kambik (cambic), arcillik (argillic), vertik (vertic), kalsik (calcic) veya petrokalsik (petrocalcic) horizon dışında başka tanımlayıcı horizon bulunmamaktadır. Gypsisoller kurak bölgelerde çoğunlukla alüviyal ve kolüviyal depozitlerin bulunduğu düz ve çöküntü alanlarında yer alan eski iç göllerin bulunduğu alanlarda gelişim göstermektedirler.

Gypsisollerde bitki örtüsü ise seyrek ve xerofitik çalı ve ağaçlar ile otlardan oluşmaktadır. Gypsisollerde A-B(t)-C horizon dizilimi görülmektedir. Kalsiyum sülfat ve/veya karbonat birikimi B-horizonunun altındadır. Gypsisollerde genellikle sarımsı kahverengi okrik yüzey horizonu, açık kahverengi beyazımsı bir kambik yüzey altı horizonu üzerinde yer almaktadır (Acar ve ark., 2012).



Şekil 3. Çimentolaşmış (ptric) Gypsisol, Portekiz (A) (Anonyomus, 2012), Soluk kahve Gypsisol, Çin (B) ve Taşlı Gypsisol, İsrail (C) (Anonyomus, 2015b).

Jipsli anamateryaller dűşűk yaęıř nedeniyle toprak profilinden kolaylıkla yıkanamaz ve toprak yüzeyine yakın ped yüzeyleri ve gözenek çeperlerinde  $\text{CaSO}_4$ 'ca zengin suların kapilaritesiyle yeniden kristalleřirler. Topraktaki jips, kayalardan akan yüzey sularından, taban suyundaki eriyik halde bulunan jipsten veya rűzgar tarafından tařınan katılımdan kaynaklanır.

Toprakta jips kristallerinin boyutu arttıkça toprak kil mineral içerięi artmaktadır. Kűçük jips kristallerini içeren topraklarda (masif jipsler) kil içerięi oldukça dűşűktür. Kil minerallerinin özellikle iri kristalli jips oluřumları ile iliřkili olduęu gözlenmiřtir (Altay ve ark., 2007).

Jipsli horizonlar içeren topraklar, taşınan sedimentler ve ayrışmış jeolojik formasyonlar gibi ana materyallerden oluşabilir (Taimah, 1992). Bu horizonlar kırıntı jipslerden olduğu kadar pedojenik de oluşabilir. Ancak pedojenik jips oluşumu tam olarak anlayılamamıştır. Sűlfat iyonları ve jipsin yarı çözünebilir doğası ( $2.6 \text{ g L}^{-1}$ ,  $25^\circ\text{C}$ ), jipsin oluşumunda ve topraktaki davranışlarında başlıca kontrol mekanizmasıdır (Buck ve Van Hoese, 2002).

Jips, toprakta fidelerin çıkıřını engelleyen sert bir yüzey kabuklanmasına neden olabilir (Meyer, 1986; Escudero ve ark., 1999, 2000); plastiklik, agregasyon ve kohezyonu dűřürmesi nedeniyle toprak mekanięini de olumsuz etkiler (Bridges ve Burnham, 1980) ve belirli alanlarda toprakta gözeneklilięi azaltarak bitki kűk hareketini sınırlayabilir (Guerrero ve ark., 1999). Ayrıca, yarı kurak bűlgelerde jipsli toprakların suyu yeterince tutamaması, bu bűlgelerde su aęıęının artmasına

neden olur (Guerrero ve ark., 1999). Jipsli topraklarda sűlfat iyonlarının yüksek konsantrasyonu bitkiler için tehlike oluřturur (Duvigneaud ve ark., 1968; Ruiz ve ark., 2003).

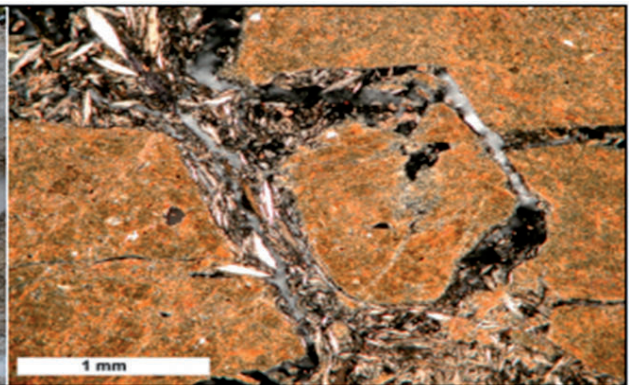
Dűşűk yaęıř ve yüksek buharlařma, kurak ve yarıkurak bűlgelerde tuzlu veya sodik toprakların oluřumunda etkindir. Toprakta deęiřebilir sodyumun yüksek konsantrasyonu, bitkide toksisite, kűklenme ve tohum çimlenmesinin engellenmesi yanısıra kilin dispersiyonunu tetikler ve toprak yapısının bozulmasına neden olur (Smith ve ark., 2009).

Derin ve su kaynaklarına yakın Gypsisollerde birçok őrűn yetiřtirilebilmektedir. Ancak, petrogypsic (jips ile çimentolařarak sertleřmiř toprak katmanı) horizonun yüzeye yakın olduęu topraklarda verim genelde dűşűktür. Ayrıca besin dengesizlięi, tařlılık ve sulama sonucu jipsin toprak yüzeyinde dűzensiz daęılımı tarımı kısıtlayan önemli etmenlerdir. Dűnyada Gypsisollerin bűyük bir bűlűmű otlatma amacıyla kullanılmaktadır (Acar ve ark., 2012).

Jips topraklar (gypsum soils) ve jipsli topraklar (gypsyferous soils) bazen yanlışlıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. şayet toprak özellikleri jips tarafından tayin ediliyorsa jips toprak, şayet jipsin toprak özellikleri üzerine etkisi kısmi ise jipsli toprak ifadesi kullanılır. Bitki yetişmeyen kayaçların gözeneklerinde bűyűyen jips iyi bilinen bir ayrışma ajanıdır. Benzer şekilde, kalsiyum ve sűlfat iyonları içeren suyun buharlaşmasının da pedojenik etkileri vardır. Kayaçlar, buharlaşan materyale ve arazi konumuna bağlı olarak makro (şekil 4) ve mikro (şekil 5) ölçeklerde ayrılıp kırılabilirler (Artieda, 1996; Artieda ve Herrero, 2003).



řekil 4. Buharlařan bűlgelerde jipsin bűyűmesiyle yükselen konsolid tabakalar, ABD (Herrero ve ark., 2009)



řekil 5. Jips bűyűmesi ile ufalanma, İřpanya (Herrero ve ark., 2009)

### **Bir Toprak Dzenleyici ve Islah Maddesi Olarak Jips**

Daha önce belirtildiği gibi, jipsli topraklarda bitki gelişimi açısından bir problem olan jips, sodik ve ağır killi topraklar için toprak dzenleyicisi ve ıslah maddesi ve bitki gelişimi için Ca ve S gibi besin kaynağı olarak yıllardır kullanılmaktadır (Shainberg ve ark., 1989). İlk bakışta jipsin ıslah amaçlı kullanımı bir tezat oluşturmaktadır. Nasıl oluyor da bir yerde bitki gelişimine engel teşkil eden bir madde, başka bir yerde toprak ıslah maddesi ve bitki besleme amaçlı kullanılabilir? Buradaki farklılık, jipsin farklı koşullarda farklı davranmasından ileri gelmektedir.

Bir toprak dzenleyici olarak kullanıldığında jips, toprakta aşağıdaki koşulların oluşmasına yardımcı olur (Franzen ve ark., 2006).

-Toprak sodikliğini azaltır.

-Hacim ağırlığını azaltır, suyun topraktaki hareketini ve toprak agregatlaşmasını artırır.

-Toprakta yüzeyin kabuklaşmasını ve yüzey akışını azaltır.

-Toprak pH'nın yüksek olduğu (pH>8,5) topraklarda pH'yı düşürür.

-Alimünyumun dominant olduğu (pH<4,5) topraklarda pH'yı artırır.

-Bazı topraklarda demir klorozunu azaltır.

-Kalsiyum ve kükürt besin elementlerinin miktarı otomatikmen artar.

Jipsin bitki besin kaynağı olarak ve toprak dzenleyicisi olarak faydaları 18. yüzyılın sonlarına kadar uzanan sömürge döneminden beri bilinmektedir (Crocker, 1922). Bununla birlikte jips kullanımı, bazı ülkelerde madenlerden çıkarma ve taşıma maliyetinin yüksek olması nedeni ile büyük ölçüde azalmıştır. Jips, bitki beslenmesi için Ca ve SO<sub>4</sub> iyonlarının hazır olarak temin edildiği mükemmel bir toprak ıslah maddesidir (Shainberg ve ark., 1989; Chen ve ark., 2005; Chen ve ark., 2008). Jipsin toprakta orta derecede çözülebildiği, böylece kükürdün yavaşça serbest bırakılması nedeniyle, kullanılan jipsin toprağa kükürt katkısının yıllarca sürdüğü belirtilmiştir. Diğer taraftan araştırmacılar, atmosferde kükürt miktarının azaltılması ve kükürtlü tarımsal ilaçların kullanımının sınırlandırılmasına yönelik çalışmalar nedeniyle son 30 yıl içinde toprakta kükürt miktarının azalacağını tahmin etmektedirler (Murrell, 2008).

Jips, nötr civarındaki topraklarda kirece göre 200

kat daha fazla çözünebilir (EPRI, 2006). Kalsiyum, iyi bir kök gelişimi için önemli bir bitki besin elementidir (Toma ve ark., 1999). Jipsin çözünmesi ile Ca ve S'ün toprak profilinde kök bölgesi boyunca hareketi sağlanır (Chen ve Dick, 2011).

Toprağa jips ilavesi, killi ve sodik toprakların hidrolik iletkenliğini artırır ve yapısını geliştirir (Oster ve Frankel, 1980; Hamza ve Anderson, 2002). Jips uygulaması topraklarda fazla miktarlarda kalsiyum gereksinimi olan bitkilere yararlı olabilir ve fosfor çözünlüğünü artırır (Toma ve ark., 1999; Laya ve ark., 1998; Moore ve Miller, 1994).

Kireçli topraklarda kalsiyumun bitkiler tarafından alınması, bu elementin karbonat şeklinde çökmesi nedeniyle zordur. Ayrıca topraklarımızda fosfor, potasyum, demir ve çinko gibi elementlerin pH'nın yüksek olması nedeniyle bitkilerce alımları sınırlıdır. Bu nedenle toprağa jips uygulandığında, bir taraftan toprak pH'sı dengelenirken, diğer taraftan toprağa bitkilerin gelişmesi için son derece önemli olan kalsiyum ve kükürt verilmiş olur (Anonim, 2015b).

Kükürt noksanlığı ile mücadelede jips uygulaması iyi sonuç vermektedir. Jips uygulanacak alanda dekara 1-5 kg S, yani yaklaşık 5-27.5 kg jips uygulanır. Sülfatın yanı sıra elementel kükürt de gübreleme amacıyla kullanılır. Fakat bu kükürt ancak toprakta oksitlendikten sonra bitkilerce alınabilir. Buna göre sülfat ve elementel S karışımı toprağa uygulandığında hızlı etki eden kükürt formuyla, yavaş etki eden kükürt (S) formu kombine edilmiş olur. Bu nedenle bazı ülkelerde süper fosfata [Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + CaSO<sub>4</sub>] elementel S ilave edilerek böyle bir karışım elde edilir. Dolayısıyla bitki ilk büyüme döneminde jipsdeki kükürten yararlanır. İlerleyen zamanlarda elementel kükürt de oksitlenerek bitki tarafından alınır (Mengel, 1991). Shainberg ve ark.(1989) jipsin alt topraklarda asitliği giderdiğini ve ürün verimini artırdığını kaydetmişlerdir. Benzer olarak, Alcorido ve Rechciğl (1993), jipsin asit topraklarda bitki verimini artırmada önemli bir toprak dzenleyicisi olduğunu, jips kullanımının toprakta Ca ve S miktarını artırırken toprak asitliğini azalttığını ve sonuçta bitki verimini artırdığını belirtmişlerdir.

Çeltik ile yapılan bir çalışmada jips uygulaması; bitki boyunu, sap ve tohum verimini ve salkım yoğunluğunu önemli ölçüde artırmıştır. Jips uygulamasından dolayı büyüme, verim ve verim bileşenleri sıralaması bitki dane verimi > bitki yüksekliği > sap verimi > salkım yoğunluğu şeklinde olmuştur (Fageria ve Knuppa, 2014).

Tuzlu-sodik ve sodik toprakların ıslahındaki

en önemli süreç toprak parçacıklarının değişim yüzeylerindeki sodyumun kalsiyum ile yer değiştirilmesi ve topraktan yıkanarak uzaklaştırılmasıdır (Barros ve ark., 2004). Sodik topraklarda toprak değişim yüzeylerinde fazla miktarda yer alan sodyum, killerin disperse olması ve toprak strüktürünün bozulmasına neden olur. Toprak değişim yüzeylerindeki sodyum yüzdesi 15'i aştığında sodiklik problemi kendini hissettirir ve toprağın hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerini olumsuz etkiler. Değişim yüzeylerindeki sodyum miktarının azaltılması için sodyumun bir başka kationla yer değiştirmesi gerekir. Bunun için en uygun kation jipsin yapısında yer alan kalsiyumdur (Gupta ve ark., 1985; Abrol ve ark., 1988). Kalsiyum değişim yüzeylerindeki sodyumla kolayca yer değiştirir ve toprakta agregatlaşmayı teşvik eder (Prather ve ark., 1978). Kullanılacak ıslah maddesinin türü ve miktarı genellikle toprağın özelliklerine, arzu edilen ıslah hızına ve ekonomik değerlere bağlı olarak değişmektedir (Ayyıldız, 1983).

Sodyumlu toprakların ıslahını sınırlandıran veya bazen olanaksız kılan başlıca faktör sodyumun neden olduğu dispersiyonun bir sonucu olarak toprağın son derece düşük hidrolitik iletkenliğidir (Dutt ve ark., 1972). Toprak su iletkenliğinin düşük olması, kullanılan ıslah maddesinin toprakta dikey hareketinin sınırlanması ve neticede toprağın daha az bir kısmıyla temas etmesi sonucunu doğurmakta, dolayısıyla ıslah maddesinin etkinliğini olumsuz etkilemektedir (Keren ve ark., 1980). Ancak jips uygulamasının zamanla toprağın su geçirgenliğini artırdığı bazı araştırmacılar (Loveday, 1976; Keren ve Shainberg, 1981) tarafından belirtilmektedir.

Tuzlu-sodik ve sodik toprakların ıslahı için gerekli jips miktarı değiştirilebilir sodyum yüzdesi (ESP), kation değişim kapasitesi ve ıslah edilmesi amaçlanan toprak derinliği kullanılarak hesaplanabilir. Topraklarda sodikliği gidermek için gerekli jips miktarı ile değişebilir sodyum miktarı arasında önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ( $R^2=0.94$ ,  $R^2=0.96$ ) (Silva ve ark., 2014).

Jips, sodik toprakların ıslahına yönelik kullanımı yanında diğer farklı amaçlar için de kullanılabilir. Bunlardan önemli olanları Tablo 2'de belirtilmiştir. Alttoprak asitliği kök hareketini sınırlaması nedeniyle bitki gelişimini sınırlayıcı en önemli faktörlerdendir. Bu konuda kireç uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda verim artışı belirlenmiştir, ancak derin kireç uygulaması pratik ve ekonomik değildir. Diğer

yandan alt toprağın asitliğini düzenlemek için pratik bir yöntem olarak yüzeye jips uygulanması giderek yaygınlık kazanmaktadır (Sumner, 1993).

Tablo 2. Jipsin topraklarda başlıca kullanım amaçları (www.agronomy.org;www.crops.org; www.soils.org)

Potansiyel Kullanım	Referans
Bitki beslemede Ca ve S kaynağı olarak	Chen ve ark., 2005, 2008
Alt toprak asitliği ve $Al^{+3}$ toksisitesi ıslahında $SO_4$ ve değiştirilebilir Ca kaynağı olarak	Sumner, 1993; Toma ve ark., 1999
Toprakta yüksek sodiklik ve Magnezyum değerlerini düzeltmede Ca ve elektrolit kaynağı olarak	Amezketta ve ark., 2005; Keren ve ark., 1983; Oster ve Frenkel, 1980
Toprak yapısı, su infiltrasyonu, toprak havalanmasını geliştirmek ve toprak erozyonunu azaltmak için Ca kaynağı olarak	Radcliffe ve ark., 1986
Bir çok bitkide köklenmeyi geliştirmek için	Sumner, 1993; Alcordo ve Rechcigl, 1993; Shainberg ve ark., 1982
Toprakta çözünebilir fosfor miktarını artırmak için	Watts ve Torbert, 2009; Torbert ve Watts, 2014; Endale ve ark., 2014

Jips, aynı zamanda birer bitki besin elementi olan Ca ve S kaynağı olması yanında; toprakta agregasyonu teşvik ederek, suyun toprağa girişini (infiltrasyonu) ve toprak içerisindeki hareketini artırır, toprak asitliği ve Al toksisitesini azaltır (Shainberg ve ark., 1989) ve fosfor çözünürlüğünü artırır (Watts ve Torbert, 2009) (Watts ve Dick, 2014).

Saltalı (2015)'ya göre sodik topraklara uygulanacak ıslah maddesi miktarı toprakların KDK, mevcut ESP ve hedeflenen ESP değeri, toprağın hacim ağırlığı, ıslah derinliği ve kullanılan ıslah maddesinin ekivalent ağırlığı kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$GIM = \frac{(EA \times 10)}{1.000.000} \times (A \times D_s \times A_s) \times \frac{(ESP_b - ESP_s)}{100} \times KDK$$

Eşitlikte, GIM; kullanılması gerekli ıslah maddesi (ton), A; ıslah edilmesi planlanan toprağın alanı ( $m^2$ ), EA; kullanılacak ıslah maddesinin (burada jips) ekivalent ağırlığı,  $D_s$ ; toprak derinliği (m),  $A_s$ ;



Toprak hacim ağırlığı  $g\ cm^{-3}$ , ESPb; ıslah edilecek toprağın başlangıç ESP'si, ESPs; toprağın ıslahattan sonraki hedeflenen ESP'si ve KDK; Katyon değişim kapasitesi ( $cmol\ kg^{-1}$ ,  $1\ cmol\ kg^{-1} = 1\ meq\ 100\ g^{-1}$ ) dir.

Örnek; Hacim ağırlığı  $1.2\ g\ cm^{-3}$  olan bir sodik toprağın 0-40 cm derinliğinde  $ESP=35\ meq/100\ gr$ , KDK ise  $30\ meq/100\ gr$ 'dır. Bu toprağın 0-40 cm derinliğindeki ESP değerini 35'den 10'a indirebilmek için bir dekarına ( $1\ da = 1000\ m^2$ ) ne kadar jips kullanılmalıdır?

Gerekli ıslah maddesi (GIM);

$$GIM = \frac{(86 \times 10)}{1.000.000} \times (1000 \times 0,4 \times 1,2) \times \frac{(35 - 10)}{100} \times 30 = \frac{3.096.000}{1.000.000} = 3,096\ tonda^{-1}$$

Hesaplama da jipsin topraklarda çözünmesi ile ortaya çıkan Ca'un Na ile yüzde yüz yer değiştirdiği kabul edilmektedir. Alkali (sodik) topraklarda serbest sodyum karbonat ve bikarbonatın bulunması nedeniyle Ca ile Na'un yer değiştirme oranı azalmaktadır. Bu nedenle, hesaplanan miktar 1.25 ile çarpılarak elde edilen miktar kadar jipsin toprağa uygulanması tavsiye edilmektedir (Ayyıldız, 1983).

Sodik toprakların ıslahında gerekli jips miktarının çok daha hassas olarak hesaplanmasına yönelik bazı bilgisayar modelleri geliştirilmiştir (Dutt ve Terkeltoub, 1972). Bu modeller tuzluluk ve sodikliği bilinen bir toprağı ıslah etmek için gerekli su ve jipsin nicel tahmininde oldukça etkili araçlardır. Simunek ve Suarez (1997) tarafından önerilen UNSTACHEM, gerekli ıslah maddesi miktarının hesaplanmasında toprak hidrolik özellikleri ve toprağın su iletkenliğini esas almaktadır. Çünkü sodik topraklardaki en önemli sınırlayıcı faktörlerin başında, killerin sodyumun neden olduğu dispersiyonunun bir sonucu olarak toprağın son derece düşük hidrolik iletkenliği gelmektedir.

### Kaynaklar

Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I. 1988. Salt-affected soils and their management. FAO Soils Bull. No:39.

Acar, H., Serteser, A., Kargıoğlu., M. 2012. Afyonkarahisar'daki Jipsli Topraklar ile Bitki Örtüsü İlişkisi. AKÜ FEBİD 12 (2012) 021001(1-22).

Alcordero, I.S., Recheigl, J.E.1993. Phosphogypsum in agriculture: A review. Advances in Agronomy. 49: 55-118.

Altay, T., Karakaya, M.Ç., Erkan, Y. 2007. Sivrihisar-Eskişehir Yöresinde Bulunan Farklı Şekillerdeki Jips Oluşumlarının Özellikleri ve Oluşum Koşulları. S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg. 23: 1-2.

Amezketta, E., Aragues, R., Bazol, R. 2005. Efficiency of sulfuric acid, mined gypsum and two gypsum byproducts in soil crusting prevention and sodic soil reclamation. Agronomy J. 97: 983-989.

Anonim, 2001a. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri (Alçı-kireç-kum-çakıl-mıcır-boya Toprakları-tuğla Kiremit) Çalışma Grubu Raporu DPT: 2615 - ÖİK: 626 2001. Ankara.

Anonim, 2015b. 13 Mart 2015.

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Al%C3%A7%C4%B1ta%C5%9F%C4%B1>

Anonyoumus, 2012.

[http://www.user.gwdg.de/~kuzyakov/soils/Gypsisolpetric\\_Portugal.jpg](http://www.user.gwdg.de/~kuzyakov/soils/Gypsisolpetric_Portugal.jpg)

Anonyoumus, 2015a.

<http://www.bing.com/images/search?q=gypsum&FORM=HDRSC2>

Anonyoumus, 2015b.

<http://www.isric.org/about-soils/world-soil-distribution/gypsisols>

Artieda, O. 1996. Genesis y distribucion de suelos en un medio semiarido. Quinto (Zaragoza). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid, Spain.

Artieda, O., Herrero, J. 2003. Pedogenesis in lutitic Cr horizons of gypsiferous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1496-1506.

Ayyıldız, M. 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 879.

Barros, M.DeF.C., Fontes, M.P.F., Alvarez, V.V.H., Ruiz, H. A. 2004. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira Engenharia Agricola e Ambiental. 8: 59- 64

Bridges, E.M., Burnham, C.P. 1980. Soils of the state of Bahrain. J. Soil Sci. 31: 689 - 707.

Buck, B.J., VanHoesel, J.G. 2002. Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum, southern New Mexico, U.S.A. Journal of Arid Environments 51: 469-487 doi:10.1006/jare.2001.0849.

Chen, L., Dick, W.A., Nelson, S. 2005. Flue gas desulfurization by-products as sulfur sources for alfalfa and soybean. Agron. J. 97:265-271.

Chen, L., Kost, D., Dick, W.A. 2008. Flue gas desulfurization products as sulfur sources for corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 72:1464-1470. doi:10.2136/sssaj2007.0221

Chen, L., Dick, W.A. 2011. Gypsum as an agricultural amendment: General use guidelines. The Ohio State University Extension, Columbus.

<http://ohioline.osu.edu/b945/index.html> (erişim 4 Eylül 2016).

Cooper, A.H., Saunders, J.M. 2002. Road and bridge construction across gypsum karst in England. Engineering Geology.

- Coutinet, S. 1965. Méthodes d'analyse utilisables pour les sols sales, calcaires et gypseux. *AgronomieTropicale*. 12:1242-1253.
- Crocker, W. 1922. History of the use of agricultural gypsum. Gypsum Industries Association, Chicago, IL.
- Doğan, U. 2002. Çankırı Doğusunda Jips Karstlaşmasıyla Oluşan Sübsidans Dolinleri Subsidence Dolines Formed by Gypsum Karstification at The East of Çankırı. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1* (2002) 67-82.
- Duvigneaud, P. 1968. Essai de classification chimique (éléments minéraux) des plantes gypsicoles du bassin de l'Ebre. *Bull. Soc. Royale Bot. Belgique*, 101: 279 – 291.
- Dutt, C.R., Terkeltoub, R.W. 1972. Prediction of gypsum and leaching requirements for sodium-affected soil. *Soil Science*. 64:445-455.
- Dutt, G.R., Terkeltoub, R.W., Rauschkol, R.J. 1972. Prediction of gypsum and leaching requirements for sodium affected soils. *Soil Sci*. 114:93-103.
- Elorzo, M.G., Santolalla F.G., 1998. Geomorphology of the Tertiary gypsum formations in the Ebro Depression (Spain). *Geoderma*. 87: 1-29.
- Electric Power Research Institute (EPRI). 2006. A review of agricultural and other land application uses of Flue Gas Desulfurization products. EPRI Technical Update Rep. 101385. EPRI, Palo Alto, CA.
- Electric Power Research Institute (EPRI). 2011. Composition and leaching of FGD gypsum and mined gypsum. EPRI Technical Rep. 1022146. EPRI, Palo Alto, CA.
- Escudero, A., Somolinos R.C., Olano, J.M., Rubio, A. 1999. Factors controlling the establishment of *Helianthemum squamatum*, an endemic gypsophile of semi-arid Spain. *J. Ecol*. 87:290 – 302.
- Escudero, A., Iriondo, J.M., Olano J.M., Rubio, A., Somolinos, R.C. 2000. Factors affecting establishment of a Gypsophyte: The case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *Am. J. Bot.*, 87: 861 –871
- FAO. 1990. Management of Gypsiferous Soils. *FAO Soils Bulletin* 62. ISBN 92-5-102948.
- Fageria, N.K., Knupp, A.M. 2014. Influence of Lime and Gypsum on Growth and Yield of Upland Rice and Changes in Soil Chemical Properties, *Journal of Plant Nutrition*, 37:8,1157-1170.  
doi:10.1080/01904167.2014.890219. <http://dx.doi.org/10.1080/>
- Filiz, K. 2008. Alçı ve alçı bağlı kalıplarda prizlenme genleşmesi. Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ford, D.C., Williams, P.W. 1989. *Karst Geomorphology and Hydrology*. London: Unwin Hyman, 601p.
- Franzen, D., Rehm, G., Gerwing, J. 2006. Effectiveness of Gypsum in the North central Region of the U.S. NDSU Extension Service. North Dakota State University.
- Guerrero, C. J., Alberto, F., Maestro Martinez, M., Hodgson, J., Montserrat, M.G. 1999. Plant Community Patterns in A Gypsum Area of Ne Spain. II. Effects of Ion Washing on Topographic Distribution Of Vegetation. *J. Arid. Environ*. 41: 411 – 419.
- Gupta, R.K., Bhumbra, D.R., Abrol, I.P. 1985. Release of exchangeable sodium from an alkali soil upon amendment application role of variable charge and exchangeable cation hydrolysis. *Soil. Sci.*, 139: 312-317.
- Hamza, M.A., Anderson, W.K. 2002. Improving soil physical fertility and crop yield on a clay soil in Western Australia. *Aust. J. Agric. Res*. 53: 615–620.
- Herrero, J., Artieda, O., Hudnall, W.H. 2009. Gypsum, a Tricky Material. *SSSAJ*. 73: 1757-1763.
- Keren, R., Kreite, J.F., Shainberg, I. 1980. Influence of size of gypsum particles on the hydraulic conductivity of soils. *Soil Sci*. 130:113-117.
- Keren, R., Shainberg, I. 1981. Effects of dissolution rate on the efficiency of industrial and mined gypsum in improving infiltration of a sodic soil. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 45:103-107.
- Keren, R., Shainberg, I., Frenkel, H., Kalo, Y. 1983. The effect of exchangeable sodium and gypsum on surface runoff from loess soil. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 47:1001-1004.
- Laya, D., Van Ranst, E., and Herrero J. 1998. A modified parametric index to estimate yield potentials for irrigated alfalfa on soils with gypsum in Quinto (Spain). *Geoderma* 87:111–122.
- Loveday, J. 1976. Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. *Australian J. Soil Res*. 14: 361–371.
- Mengel, K. 1991. Ernährung und stoffwechsel der pflanze. *Gustav Fischer Verlag, Jena*. S. 324.
- Meyer, S.E. 1986. The Ecology of Gypsophile Endemism In The Eastern Mojave Desert. *Ecology*. 67: 1303 –1313.
- Moore, P.A., Miller, D.M. 1994. Decreasing phosphorus solubility in poultry litter with aluminum, calcium, and iron amendments. *J. Environ. Qual*. 23:325–330.
- Murrell, S. 2008. Average nutrient removal rates for crops in the north central region of US. *IPNI Plant Nutrition Today*, Fall 2008, no. 4.  
<http://ipni.net/ipniweb/pnt.nsf/>  
(Erişim: 8 Ağustos, 2016).
- Oster, J.D., Frenkel, H. 1980. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 44:41-45.
- Prather, R.J., Geortzen, J.O., Rhoads, J.D., Frenkel, H. 1978. Efficient amendment use sodic soil reclamation. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 42: 782-786.
- Radcliffe, D.E., Clark, R.L., Sumner, M.E. 1986. Effect of gypsum and deep-rooting perennials on subsoil mechanical impedance. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 50: 1566-1570.

- Ruiz, J.M., Lopez-Cantarero, I., Rivero, R. M., Romero, L. 2003 – Sulphur Phytoaccumulation in Plant Species Characteristics of Gypsiferous Soils. *Int. J. Phytoremediation*. 5: 203-210.
- Saltalı, K. 2015. orak Toprakların Oluşumu, Islahı ve Kullanımı. Toprak Amenajmanı. (Ed; Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G.) Gazi Yayınevi. Ankara.
- Shainberg, I., Sumner, M.E., Miller, W.P., Farina, M.P.W., Pavan, M.A., Fey, M.V. 1989. Use of gypsum on soils: A review. *Advances in Soil Science* 9: 1–111.
- Simunek, J., Suarez, D.L. 1997. Sodic soil reclamation using multicomponent transport modeling. *J. Irrig. Drain. Engin.* 123:367-375.
- Smith, D.B., Cannon, W.F., Woodruff, L.G., Solano, F., Kilburn, J.E., Fey D.L. 2013. Geochemical and mineralogical data for soils of the conterminous United States. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. Data Series 801, Reston, VA.
- Silva, N.M.L., Barros, M.F.C., Fontenele, A.J.P.B., Vasconcelos, R.R.A., Freitas, B.L.Q.O., Santos, P.M. 2014. Application of Gypsum Requirement Levels and Water Depth For Correction the Sodicity and Salinity of Saline-Sodic Soils. *Revista Brasileira De Agricultura Irrigada* V.8, N°. 2, P. 147 - 153, 2014 Issn 1982-7679 (On-Line) Fortaleza, Ce, Inovagri– [Http://www.inovagri.org.br](http://www.inovagri.org.br) doi: 10.7127/Rbai.V8n200234.
- Sumner, M.E. 1993. Gypsum and acid soils: The world scene. *Adv. Agron.* 51:1–32.
- Taimeh, A.Y. 1992. Formation of gypsic horizons in some arid regions of Jordan. *Soil Science*, 153: 486-498.
- Toma, M., Sumner, M.E., Weeks, G., Saigusa, M. 1999. Long-term effects of gypsum on crop yield and subsoil chemical properties. *SoilSci. Soc. Am.J.* 63:891–895. doi:10.2136/sssaj1999.634891x
- Torbert, H.A., Watts, D.B. 2014. Impact of flue gas desulfurization gypsum application on water quality in a Coastal Plain soil. *J. Environ. Qual.* 43:273–280. doi:10.2134/jeq2012.0422
- Watts, D.B., Torbert, H.A. 2009. Impact of gypsum applied to grass buffer strips on reducing soluble P in surface water runoff. *J. Environ. Qual.* 38:1511–1517. doi:10.2134/jeq2008.0378
- Watts, D.B., Dick, W.B. 2014. Sustainable Uses of FGD Gypsum in Agricultural Systems: Introduction. *Journal of Environmental Quality*. 43:246–252 (2014) doi:10.2134/jeq2013.09.0357
- White, W.B. 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press, Oxford. 464 pp.

## Ormancılıkta Üretim Planlaması ve Hassas Ormancılık Anlayışı

\*Ender BUĞDAY

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

\* Sorumlu Yazar: ebugday@karatekin.edu.tr

### Özet

Ormancılıkta üretim çalışmaları, ormancılık faaliyetleri içerisinde en karmaşık yapıya sahip süreçlerden biridir. Kesilen ağacın bulunduğu yerden en yakın yola, buradan da uzak nakliyat araçlarına yüklenerek depolanacağı ve işleneceği alanlara taşınması gerekmektedir. Bu süreçte uygulayıcı çevreye ve üretilen odun hammaddesine en az zarar verecek biçimde; iklim, bitki örtüsü, topografya, sosyal yapı, bölmeden çıkarma teknikleri, üretim metodu, üretim miktarı, mevcut orman yol ağı, piyasa şartları vb. gibi çeşitli faktörleri göz önünde bulundurmamak ve bu faktörlere göre karar vermek zorundadır. Uygulayıcının daha etkin ve çevreye daha duyarlı karar verebilmesi için hassas ormancılık anlayışı kapsamında elde edilebilecek olan kaliteli bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Ormancılık üretiminin planlanmasında bilginin hem kaliteli hem de daha güvenilir olması, planlamanın başarısını o ölçüde artıracak ve karar verme sürecinde önemli bir avantaj sağlayacaktır. Bu çalışmada, Türkiye’de uygulanan ormancılık üretim çalışmaları ve üretimin planlanması ile günümüzde farkındalığı giderek artan hassas ormancılık anlayışı ve bu anlayışa ait süreç otomasyonu üzerinde durulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ormancılık üretim çalışmaları, bölmeden çıkarma, üretim planlaması, hassas ormancılık

### Harvesting Planning in Forestry and Precision Forestry Approach

#### Abstract

Forest harvesting activities are one of the most complex processes in forestry activities. It is necessary to move to the nearest road from the place where the cutting tree is located, and from there to the transportation vehicles that will be stored and handled. In this process, the practitioner will make the least damage to the environment and produced wood raw; climate, vegetation cover, topography, social structure, subtraction techniques, logging method, amount of production, existing forest road network, market conditions and to decide according to these factors. In order for the practitioner to be able to make more effective and more environmentally sensitive decisions, he needs quality information that can be obtained within the framework of precision forestry understanding. The quality and reliability of information in forest harvesting planning will increase the success of planning to that extent and provide a significant advantage in the decision making process. In this study, forestry harvesting activities and harvesting planning applied in Turkey, and awareness of precision forestry, which is increasingly aware of today, and process automation of this understanding are emphasized.

**Keywords:** Forest harvesting operations, logging, production planning, precision forestry

#### Giriş

Ormancılık üretim çalışmaları, günümüzde giderek artan ihtiyaçları karşılamak üzere uygunluk çağına ulaşmış olan ormanlardan odun hammaddesinin elde edilmesi sürecidir (Dinç, 1999; Yıldırım 1989). Bu süreç, odun hammaddesinin kesildiği yerden en yakın orman yoluna (primer transport), sonrasında da ana depo ya da işlem göreceği fabrikalara (sekonder transport) taşınması şeklinde yürütülmektedir (Karaman, 1997; Acar, 1999). Diğer bir deyişle; hangi orman biriminde ne zaman üretim yapılacağına karar verilmesi ile başlayıp (Acar ve Eker, 2001) elde edilen ürünlerin depolara taşınmasına kadar geçen zorlu bir süreci kapsamaktadır. Primer transport aşamasında çeşitli bölmeden çıkarma teknikleri kullanılmaktadır. Bunlar; insan gücü, hayvan gücü ve makine gücü olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Erdaş vd. 2014). Ayrıca, emval üretiminde, orman yol ağı ve

mekanizasyon varlığına bağlı olarak tomruk, bütün gövde ve bütün ağaç metotları uygulanmaktadır (Acar, 1998).

Üretim sürecinde uygulayıcı/karar verici, üretimi planlarken; açık hava koşulları, iklim, bitki örtüsü, topografya, sosyal yapı, bölmeden çıkarma teknikleri, üretim metodu, üretim miktarı, mevcut orman yol ağı vb. gibi çeşitli faktörleri dikkate almak zorundadır (Öztürk, 2003; Acar vd., 2014). Bu faktörlerin tümünün eş zamanlı değerlendirilebilmesi ve daha etkin karar verilebilmesi için ormancılık üretim çalışmalarında detaylı planlama yapılması önem arz etmektedir (Buğday, 2015). Ayrıca ham madde kaynağı olan ormanlarda, üretim çalışmaları yürütülürken çevreye çeşitli zararlar verilebilmektedir. Bu zararlar; kalan ağaçlara, gençliğe, toprağa ve sürütülen odun hammaddesine olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Menemencioğlu, 2006; Buğday, 2011). Orman

Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yayınlanan 288 sayılı tebliğde; “*bölmeden çıkarmanın orman toprağına ağaçlara, fidanlara ve kesimlerden elde edilen ürünlere zarar vermeden yapılması esastır. Bu amaçla sürütme idarenin tespit edeceği güzergâhlardan yapılmalıdır*” ifadesi yer almaktadır (Anonim 1996). Diğer yandan üretim çalışmaları, daha planlı ve kontrollü yürütülmediğinde çevreye verilen zarar da daha fazla olabilmektedir (Menemencioğlu, 2006). Türkiye’de ormanların tamamına yakınının OGM tarafından işletildiği de göz önünde bulundurulduğunda, üretimde karşılaşılan problemlerin çözümü için hassas ormancılık anlayışının yaygınlaşması ve kaliteli bilgi ile etkin bir planlanmanın uygulanması daha en başından çoğu problemin önlenmesi anlamına gelmektedir.

Diğer planlama çalışmalarında olduğu gibi üretim planlama çalışmalarında da gelişen ve yaygınlaşan teknolojinin sunduğu çeşitli olanakların kullanılabilmesi, hassas ormancılık anlayışının uygulamaya geçirilmesi açısından da son derece önemlidir. Bu çalışmada, günümüzde farkındalığı giderek artan hassas ormancılık anlayışı ile Türkiye’de uygulanan ormancılık üretim çalışmaları ve üretimin planlanması üzerinde durulmuştur.

### **Ormancılıkta üretim planlaması**

Ormancılıkta üretimin planlanması, primer ve sekonder transport gibi çalışmaların uyumlu bir şekilde uygulanmasını gerektiren nispeten komplike bir problemdir (Erdaş, 1986). Orman ürünleri üretimi; coğrafi konum itibarıyla farklı iklim, bitki örtüsü, topoğrafya sosyal yapı gibi özelliklerin yanı sıra üretilecek odun hammaddesi miktarı, mevcut orman yol ağı varlığı, insan, hayvan, makine gücü ve bunların kombinasyonlarından yararlanılması vb. geniş bir yelpazede yer alan ve üretim planlamasına doğrudan ya da dolaylı etki eden birçok etkenin hesaba katılmasına ihtiyaç duymaktadır. Türkiye’de planlama çalışmalarına, 1917 yılında yapılan ve 1918 yılında yürürlüğe giren ilk amenajman planı ile başlanmıştır (URL-1). Günümüzde ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama (ETFOP) çalışmalarına göre hazırlanmış amenajman planları kullanılmaktadır (Anonim, 2014). Üretim planlama çalışmaları ise amenajman planlarından elde edilen bilgiler ışığında yürütülmektedir (Gümüş, 2007) ve üretim çalışmalarının planlanması için ayrıca bir üretim planı varlığı söz konusu değildir (Buğday, 2015).

Planlama çalışmalarında ihtiyaç duyulan bilgiler, veri yapılarının çeşitlilik arz etmesinden dolayı etkin olarak değerlendirilememektedir. Bu durum planlamada çok yönlü sorunlar ortaya çıkarmaktadır (Gümüş, 2007). Ülkemizde ormancılık üretim çalışmalarında veriler, uygulama şekli ve uygulama alanı ile ilgili genel bilgiler silvikültür ve fonksiyonel amenajman planlarından temin edilmekte ve amenajman planları doğrultusunda klasik üretim anlayışla yürütülmektedir. Türkiye’de amenajman planlarının yapılmaya başlanmasıyla birlikte hassas ormancılık anlayışının temellerinin de atıldığı söylenebilir.

### **Hassas ormancılık anlayışı**

Hassas ormancılık anlayışı ile meşçere parametrelerinin tanımlanması, orman envanteri, yangınla mücadele ve üretim çalışmaları gibi çeşitli önemli ormancılık faaliyetlerine kaliteli bilgi imkanı sunulmaktadır (Akay et al. 2009). Hassas ormancılık terimi, farklı çalışma alanlarında çeşitli tanımlarla anılmakla beraber, “*ormanların hassas şekilde yönetilmesi ve korunması için bilimsel yöntemlerin ve uygulamaların kullanılması*” şeklinde ifade edilmektedir (Eker ve Özer 2015).

Ormancılık üretim çalışmalarında hassas ormancılık anlayışı ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bruce Bare (2001), karar vermeyi desteklemek amacıyla yüksek çözünürlüklü verilere ihtiyaç duyulduğunu ve çevresel kaynakları korumanın yanı sıra bu anlayışın sürdürülebilirlik açısından taraflar arasında değerli bilgi bağlantıları sağladığını ifade etmiştir. Taylor et al. (2002) ise, hassas ormancılığın hızla gelişen bir alan olduğunu ancak evrensel olarak kabul edilmiş bir tanımı bulunmadığını aktarmıştır. Hassas ormancılığı, orman ürün kalitesini ve kullanımını iyileştirmek, atıkları azaltmak, kârı artırmak ve çevrenin kalitesini korumak için bölgeye özgü orman yönetimi faaliyetlerini planlamak ve yürütmek olarak tanımladıklarını ifade etmiştir. Ayrıca Taylor et al. (2002) hassas ormancılığın; orman yönetimi ve planlama kararlarının alınmasına yardımcı olmak için coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması ve bölgeye uygun ormancılık çalışmalarının yürütülmesi şeklinde iki ayrı alanda değerlendirilebileceğini aktarmışlardır. Ülkemizde Eker ve Özer (2015) hassas ormancılığın amacını, etkin planlama için kaliteli bilgiyi, bilgi teknolojisi araçlarıyla elde etmek olarak ifade etmişlerdir. Gülci et al. (2015), böylece sosyal, ekonomik

ve ekolojik açıdan karar verme sürecinde azami faydalanma sağlanabilecek ve orman kaynaklarından faydalanılırken çevreye verilecek olumsuz etkiler de en az seviyede tutulabileceğini vurgulamışlardır.

Kovacsova and Antalova (2010) yaptıkları çalışmada hassas ormancılık anlayışını süreç otomasyonu (Şekil 1) şeklinde ifade etmişler ve çeşitli alanlara ait (Çevre koruma, Ormancılık operasyonları, Orman ürünleri endüstrisi) verilerin CBS araçları kullanılarak kaliteli bilgiye dönüştürülmesi ve karar verme sürecinde etkin bir planlama imkanı sağladığını aktarmışlardır.

Türkiye’de ormancılık üretim çalışmaları için kullanılan veriler, amenajman planlarından ve çeşitli ölçüm yöntemleri ile elde edilen verilerden oluşmaktadır. Süreç otomasyonunun birinci adımını, amenajman planlarında yer alan veriler; ağaç türü, yaş sınıfı, servet, artım, meşcere tipi vs. gibi orman kaynağına ait verilerdir. Bunun dışında üretim çalışmalarında ihtiyaç duyulan eğim, yamaç uzunluğu, sürütme mesafesi, geçici istif yerleri vb. özelliklerle ilgili veriler için; ikinci adımda yer alan uzaktan algılama teknolojileri, yersel ölçüm teknolojileri ve gerçek zamanlı işlem kontrol tarayıcı gibi teknolojik araçlardan (Akay et al., 2009; Kovacsova and Antalova, 2010; Holopainen et al., 2014; Zhang et al., 2014; Gülci vd., 2015, Eker ve Özer 2015; Lindroos, 2015) faydalanılmaktadır.

#### 1. Veri Toplama

- Çevre koruma (Toprak, Su, Yaban hayatı)
- Ormancılık uygulamaları (Ağaçlar, Meşcereler, orman kaynağı, arazi yapısı)
- Ağaç işleme sanayi (Ağaçlar)

#### 2. Araçlar

- Uzaktan algılama teknolojileri (LiDAR, IFSAR)
- Yersel ölçüm teknolojileri (GNSS, TLS, bilgisayar destekli saha veri toplama sistemi)
- Gerçek zamanlı işlem kontrol tarayıcı (Ağaç tanımlama, Ahşap malzeme test ve ölçümü)
- Karar Destek Sistemleri ve CBS

#### 3. Bilgi

- Toprak, Su, Yaban hayatı
- Uygun meşcerelerin seçimi, üretim çalışmaları, nakliyat, depolama)
- Ahşap özellikleri (çarpık, hastalık, çürüklük, ebat, alım-satım)

#### 4. Karar

- Ekosistemlerin korunması
- Planlama, organize etme, denetleme
- Ahşap sanayi verimliliği

Şekil 1. Hassas ormancılık anlayışı süreç otomasyonu (Kovácsová and Antalová, 2010)

Hassas ormancılık çalışmalarının önemli bir ayağı olan üretim planlamasında, karar destek sistemlerinde kullanılabilmesi için süreç otomasyonunun ikinci adımında yer alan yenilikçi ve teknolojik araçlarla elde edilen veriler önemli bir altlığı teşkil etmektedir. Üçüncü adımda yer alan Bu veriler kullanılarak üretim, nakliyat, depolama aşamalarında alternatiflerden en uygun olanları belirlenerek rasyonel karar verme imkanı sunulmaktadır. Hassas ormancılık anlayışı süreç otomasyonu, üretim çalışmalarının planlanması, organizasyonu ve denetlenmesi dördüncü aşama olan karar aşaması ile tamamlanmaktadır.

#### Sonuç ve Öneriler

Günümüzde hızla yaygınlaşan ve gelişen teknolojinin ormancılık faaliyetlerinde yer alması büyük önem taşımaktadır. Özellikle üretim çalışmaları açısından çevreye en fazla zararın verildiği ve maliyetlerin en yüksek olduğu primer transport aşamasında etkin planlama ayrı bir önem kazanmaktadır. Hassas ormancılık anlayışı, çevreye saygılı, teknolojiden azami düzeyde istifade etmeye yönelik ve giderek farkındalığı artan bir anlayış olup sadece üretim çalışmalarında değil diğer ormancılık faaliyetlerinde de yer bulabilecek bir yapıya sahiptir. Ormancılık üretim çalışmalarının her bir aşamasında ve bu aşamalara ait alt süreçlerin tanımlanması ve planlanması ile uygulamada iş ve işlemler daha sağlıklı ifade edilebilmektedir. Orman kaynakları yönetimi açısından özellikle sürdürülebilirlik anlayışı çerçevesinde, kaliteli bilginin uygulayıcıya sunulması ve ihtiyaç duyulan bilgilerin daha etkin bir şekilde elde edilmesi sebebiyle çevreye duyarlı, çok yönlü ve rasyonel bir yönetimden bahsedilebilir.

Hassas ormancılık anlayışının sunduğu bakış açısı ve avantajlar göz önünde bulundurulduğunda hem karar verme sürecinde hem de uygulamada, karşılaşılan problemlerin büyük bir kısmının etkin bir şekilde çözüme kavuşturulabilmesi ve ormancılık faaliyetlerinden kaynaklanan çeşitli çevresel zararların en aza indirilmesi beklenmektedir. İlerleyen yıllarda yapılacak çalışmalar ve değerlendirmeler ile hassas ormancılık anlayışının üretim planlama çalışmalarında ve uygulamalarında daha da yer bulması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de son yıllarda OGM tarafından başlatılan sertifikasyon süreci ve iş sağlığı güvenliği eğitim ve uygulamaları ile bu anlayışa da hizmet eden faaliyetleri kendi birimlerinde gerçekleştirmektedir. Yine OGM’nce hassas ormancılık anlayışının uygulamada hızlı bir şekilde yaygınlaşması ve tüm

ormancılık faaliyetlerine aktarılabilmesi büyük önem arz etmektedir.

### Kaynaklar

Acar, H. H., Eker, M. (2001). Ormancılıkta Karar Verme Süreçlerinde Orman Yol ve Üretim Planlarının Değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2(1), 67-74.

Acar, H. H., Erdaş, O., Eker, M. 2014. Orman Ürünleri Transport Tekniği Ders Kitabı. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, 233, 39.

Akay, A. E., Oğuz, H., Karas, I. R., Aruga, K. 2009. Using LiDAR technology in forestry activities. Environmental monitoring and assessment, 151(1-4), 117-125.

Anonim, 1996. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2014. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. 299 sayılı Tebliğ. OGM, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Bare, B.B. 2001. Keynote speaker in symposium. Proceedings of the First International Precision Forestry Cooperative Symposium. University of Washington, College of Forest Resources.

Buğday, E. 2015. Sertifikalı orman işletmelerinde odun hammaddesi üretim planlarının oluşturulması (Daday Orman İşletme Müdürlüğü Örneği). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 184. Syf. Çankırı.

Buğday, E., 2011. Ormancılık Üretim Çalışmalarının Çevresel Zararları. Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.

Eker, M., Özer, D. 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı: Kavramsal çerçeve. Turkish Journal of Forestry, 16(2): 183194.

Erdaş O., Acar H.H., Eker M., 2014. "Orman Ürünleri Transport Teknikleri, KTÜ Yayın No:233, Orman Fakültesi Yayın No:39,504s. Trabzon.

Erdaş, O. 1986. Odun hammaddesi üretimi, bölmeden çıkarma ve taşıma safhalarında sistem seçimi. Journal of KTU Forestry Faculty, 9, 1-2.

Gülci, N., Akay, A. E., Erdaş, O., Gülci, S. 2015. Forest operations planning by using RTK-GPS based digital elevation model. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU), 65(2), 59-68.

Gümüş, S. 1997. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Holopainen, M., Vastaranta, M. Hyypä, J. 2014. Outlook for the next generation's precision forestry in Finland. Forests, 5(7), 1682-1694.

Kovácsová, P., Antalová, M. 2010. Precision forestry—definition and technologies. Šumarski list, 134(11-12), 603-610.

Lindroos, O., Ringdahl, O., La Hera, P., Hohnloser, P., Hellström, T. H. 2015. Estimating the Position of the Harvester Head—a Key Step towards the Precision Forestry of the Future?. Croatian Journal of Forest Engineering, 36(2), 147-164.

Menemencioglu, K., 2006. Ilgaz-Devrez Orman İşletme Şefliğinde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımıyla Orman Hasat Zararlarını Azaltıcı Transport Planlaması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.

Olmsted, F. E., 1920. National Forest Policies: A Critical Review of the Several Plans. Journal of Forestry, 18(6), 598-609.

Öztürk, T., 2003. Çukur Üretim Alanında Bölmeden Çıkarma Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 4(1), 103-110.

Taylor, S. E., Veal, M. W., Grift, T. E., McDonald, T. P., Corley, F. W. 2002. Precision Forestry: Operational tactics for today and tomorrow. In International Meeting of the Council on Forest Engineering Vol. 23.

URL-1. Web sitesi. [https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar/OrmanIdaresivePlanlama/Sayfalar/Orman\\_idaresi\\_ve\\_Planlama.aspx](https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar/OrmanIdaresivePlanlama/Sayfalar/Orman_idaresi_ve_Planlama.aspx). Erişim tarihi: 30/11/2016

Zhang, H., Zheng, J., Dorr, G., Zhou, H., Ge, Y. 2014. Testing of GPS accuracy for precision forestry applications. Arabian Journal for Science and Engineering, 39(1), 237-245.