

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

52

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

2002

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



Orman Fakültesi Dergisi Cilt 52, Seri A/2

ISSN 0535-8418 2002 basımı 500 adet basılmıştır.

EMEK MATBAACILIK

İstanbul - 2002

Tel: (0212) 631 95 23

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

Review of the Faculty of Forestry, University of Istanbul
Zeitschrift der Forstlichen Fakultät der Universität Istanbul
Revue de la Faculté Forestière de l'Université d'Istanbul

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	A	BAND	52	HEFT	2	2002
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İÇİNDEKİLER

(CONTENTS-INHALT-TABLE DES MATIÈRES)

- Prof. Dr. Melih BOYDAK; Y. Doç. Dr. Adil ÇALIŞKAN;**
Prof. Dr. H. Ferhat BOZKUŞ; Dursunbey - Alaçam Yöresi Karaçamlarında
(*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Tohum Verimi ve Değişimi 1
(*Seed Crop and Its Variation of Pinus nigra* subsp. *pallasiana* in
Dursunbey - Alaçam Locality)
- Doç. Dr. H. Hulusi ACAR; Y. Doç. Dr. Necmettin ŞENTÜRK;**
Ar. Gör. Özgür TOPALAK; Ar. Gör. Tolga ÖZTÜRK; İkizdere Yöresinde
Koller K300 Orman Hava Hattının Verim Açısından İncelenmesi 27
(*Output Evaluation of Koller K300 Forest Skyline in İkizdere Region*)
- Doç. Dr. Mualla BALABAN;** NaClO₂ Delignifikasyonunda Sıcaklık Değişimlerinin Etkisi 39
(*The Effect of Temperature Variations on NaClO₂ Delignification*)
- Y. Doç. Dr. Lokman ALTUN; Doç. Dr. Emin Zeki BAŞKENT;**
Ar. Gör. Murat YILMAZ; Prof. Dr. H. Zeki KALAY;
Y. Doç. Dr. İbrahim TURNA; K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanında
Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Haritalanması 51
(*Forest Site Classification With Geographic Information Systems (GIS)*
(*A Case Study in Faculty Research Forest*))
- Y. Doç. Dr. Gökay NEMLİ; Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU;**
Ar. Gör. Semra ÇOLAK; Ar. Gör. İsmail AYDIN; Yalancı Akasya (*Robinia*
pseudoacacia L.) Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama
Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehit Emisyonuna Etkisi 73
(*Effects of Log Storage Time and Bark Usage Ratio on the Formaldehyde Emission*
of Particleboard Manufactured From Black Locust (Robinia pseudoacacia L.))

Y. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL; Y. Doç. Dr. Süleyman AKBULUT: Doğu Ladini Ormanlarında <i>Pityogenes bidentatus</i> (Herbst)'un Biyolojisi ve Potansiyel Predatörleri 85 (<i>The Predators and Life Cycle of Pityogenes Bidentatus (Herbst) at Oriental Spruce Forests</i>)	85
Ar. Gör. Dr. Sultan BEKİROĞLU: Arazi ve Orman Değerinin Saptanması Konusunda Araştırmalar (Ayvalık Örneği) 95 (<i>Investigations on the Appraisal of Land and Forest, A Case Study: Ayvalık</i>)	95
Ar. Gör. Dr. Murat DEMİR: Bolu Mıntıkasında Orman Yol Şebeke ve Nakliyat Planlarının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi125 (<i>Computer Aided Design of Forest Road Network and Transportation Planning in Bolu Region</i>)	125
Ar. Gör. Türker DÜNDAR: Demirköy Yöresi Istranca Meşelerinin (<i>Quercus hartwissiana</i> Stev.) Mekanik Özellikleri159 (<i>The Mechanical Properties of Istranca Oak (Quercus hartwissiana Stev.) Grown in Demirköy District</i>)	159

DURSUNBEY - ALAÇAM YÖRESİ KARAÇAMLARINDA (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) TOHUM VERİMİ VE DEĞİŞİMİ

Prof. Dr. Melih BOYDAK¹⁾
Y. Doç. Dr. Adil ÇALIŞKAN¹⁾
Prof. Dr. H. Ferhat BOZKUŞ¹⁾

Kısa Özet

Bu araştırma ile 1972-1978 yılları arasında Dursunbey-Alaçam yöresi karaçamlarında tohum veriminin (kalite ve kantite olarak) yıllara, yaş basamaklarına, silvikültürel işlemlere, yükselti basamaklarına, göre değişimi ile tohum dökümünün yıl içindeki seyrinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöre karaçamlarından iki farklı yükselti ve üç yaş basamağından 11 deneme alanı seçilmiştir. Yüksek kuşakta üç yaş basamağından (55-65; 120-130, 140-150) seçilen birinci veya ikinci bonitetin üst sınırındaki deneme alanlarından birer adedine mutedil, birer adedine de şiddetli müdahale yapılmıştır. Bu kuşakta 140-150 yaş basamağından bir adet dördüncü bonitet, orta kuşakta ise 55-65 yaş basamağından birinci bonitet birer deneme alanı daha seçilmiştir. 50x50 m boyutlarındaki deneme alanlarının her birine, sistematik olarak 10 m aralıklarla 25'er adet tohum kapan yerleştirilmiştir. Tohum kapanlara bağlı torbalar genel olarak yılda beş kez değiştirilerek tohum dökümünün yıl içindeki dağılımı, dolu ve boş tohumların sayılması ile tohum kalitesi belirlenmiştir.

Altı yıllık bulgulara göre, yüksek kuşakta bol tohum yıllarının 4-5, orta kuşakta 2-3 yılda bir oluştuğu belirtilebilir. Yüksek kuşakta en düşük tohum verimi 55-65 yaş basamağında saptanmıştır. 120-130 ve 140-150 yaş basamaklarının tohum verimleri ise yıllara göre en yüksek veya orta düzeyde olmuştur. Orta kuşaktaki tohum verimi, araştırmanın yapıldığı tüm yıllarda en yüksek bulunmuştur. Dördüncü bonitet popülasyonunun tohum verimi

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı

düşük olmuş ve bu popülasyonda bol tohum yılı oluşmamıştır. Yıllar itibarıyla deneme alanlarının tohum verimindeki azalma ve çoğalmalar genelde aynı yöndedir. Yıl içindeki genel ortalama tohum veriminin %37'si Nisan, %36'sı Ocak-Mart periyodu, %19'u Mayıs, %6'sı Haziran ve %3'ü Temmuz-Aralık periyodunda dökülmüştür. Tüm yılları ve deneme alanlarını kapsayan genel ortalama boş tohum oranı %29 olmuştur. Orta kuşakta boş tohum oranı en düşük, yüksek kuşak dördüncü bonitet alanda ise en yüksek bulunmuştur (sıra ile genel ortalama değerler %19 ve %45). Boş tohum oranı zengin tohum yılında genel olarak en düşük düzeydedir. En düşük boş tohum oranı 55-65 yaş basamağında (%26) olup, 120-130 ve 130-140 yaş basamaklarında birbirine yakın seyretmiştir (sıra ile %35 ve %34). Araştırma sonuçları, 1972-1975 yılları arasındaki tüm yıl ve tüm yaş basamaklarında, zengin tohum yıllarındaki boş tohum oranlarının, genel olarak daha düşük olduğunu ortaya koymuştur.

1. GİRİŞ

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmböe), ülkemizde kızılçamdan sonra en geniş yayılışı olan bir çam türüdür (ANON 1997). Bu geniş alanlar içinde değişik coğrafik varyasyonları (ALPTEKİN 1986) ve ekotipleri bulunmaktadır. Kuraklığa uyum ve tolerans bakımından karaçam popülasyonları arasında belirgin farklılıklar saptanmıştır (ÇALIK-OĞLU 2002). Bu türün normal kuruluşlarındaki popülasyonlarının doğal yöntemlerle gençleştirilmesi, bugünkü koşullarda bir prensip olarak benimsenmiştir. Karaçam aynı zamanda kızılçamla birlikte, ülkemiz ağaçlandırmalarında da en büyük paya sahip bir doğal türümüzdür (ANON 2001). Bu nedenlerle karaçam popülasyonlarının tohum verimlerinin bilinmesi, gerek doğal gerekse yapay gençleştirilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Orman ağacı türlerinin tohum verimi, bireylerde kozalak sayımlarından veya birim alana dökülen tohumlardan hareketle saptanmaktadır. Kozalak sayımlarını esas alan araştırmalar ülkemizin sarıçam, karaçam, kızılçam ve fıstık çamı türlerinde uygulanmıştır (PAMAY 1960; 1962; ATAY 1959; ŞEFİK 1964; ODABAŞI 1990; ÜRGENÇ 1967; BOYDAK 1975, 1977). Birim alanda tohum verimi ölçmeleri için kullanılan kutu şeklindeki tohum kapanları, ilk kez birbirlerinden habersiz olarak Orlov ve Samarajev tarafından kullanılmıştır (MOROSOW 1928). Bu tip tohum kapanlar daha sonraları başka araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır (HEIKINHEIMO 1948; FOWELLS ve SCHUBERT 1956; SAATÇIOĞLU 1970). W D. Ogijewski, kuşların tohumları yememesi ve rüzgarda uçmalarını için tenekeden, özel bir huni şeklinde yapılmış ve alt tarafı toprağa giren tohum kapanlar kullanmıştır (MOROSOW 1928). Bunları, daha güvenli olan, galvaniz saçtan yapılmış, altlarına torba bağlanabilen, eşikler üzerine oturtulmuş ve koni şeklinde tohum kapanların kullanılması izlemiştir (SARVAS, 1962; 1970). Daha sonra, koni şeklindeki tohum kapanlarla birlikte galvaniz saç veya çinkodan yapılmış, ağaç eşikler üzerine oturan ve altlarına torba bağlanan piramit şeklinde tohum kapanlarla da araştırmalar yapılmıştır. Piramit şeklindeki tohum kapanlar, ülkemizde ilk kez Boydak (1975; 1977) tarafından Çatacık yöresi sarıçamlarının tohum veriminin araştırılmasında kullanılmıştır. Daha sonra belirtilen tipteki tohum kapanlara, ülkemizde kızılçam (ÜRGENÇ 1977; ÜRGENÇ ve Ark. 1989), doğu kayını (TOSUN 1992), karaçam (KARADAĞ 1999) ve Sarıçam+Gökknar+Kayın karışık meşcerelerinde ki (ÖZALP ve Ark. 1999) tohum verimi araştırmalarında da yer verilmiştir.

Bu araştırma ile Dursunbey yöresi Gölcük, Karakuz ve Aktuzla serilerinde kurulan deneme alanlarına, sistematik olarak yerleştirilen galvaniz saçtan yapılmış piramit şeklindeki tohum kapanlarla, karaçam tohum veriminin yıllara, yaş basamaklarına, silvikültürel müdahalelere, yükselti kuşaklarına göre değişimi ve tohum dökümünün yıl içindeki periyotlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

2.1 Mevki

Araştırma, Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Dursunbey (Gölcük Serisi) ve Alaçam (Karakuz ve Aktuzla serileri) Orman İşletme Müdürlükleri alanlarında yürütülmüştür. Dursunbey ve Alaçam Orman İşletme Müdürlükleri alanları 28°16'-29°00' doğu boylamları ile 39°19'-39°45' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Yörede en yüksek dağ Akdağ (2089m) olup, diğer dağlar 2000 m nin altındadır. Bölgeye adını veren Alaçam dağı ise yaklaşık 40 km uzunlukta, 30 km genişlikte ve ortalama 1300-1600 m yüksekliktedir. Bu nedenle bölge "orta dağlık arazi" olarak tanımlanmaktadır (ERUZ 1984).

2.2 İklim

Dursunbey -Alaçam yöresi Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgelerinin geçiş zonunda bulunmaktadır. İç Batı Anadolu bölgesi genellikle doğu-batı doğrultusunda uzanan engebeler (dağlar) nedeniyle, deniz ikliminin etkisi altında kalmakla birlikte, denizden uzaklığı ve bölgenin hemen doğusunda değişen jeomorfolojik yapı dolayısıyla da karasal iklimin etkisi altına girmektedir. Bu nedenle yöre, zayıflayan bir deniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasındaki bir geçiş zonunda bulunmaktadır. Nitekim Köppen sınıflamasına göre de Csa ve Csb iklim tiplerinin geçiş zonunda ve etkisi altında kalmaktadır (ERİNÇ 1984). Emberger'in biyo-iklim sınıflamasına göre ise, Dursunbey yöresi az yağışlı-soğuk iklim tipi içine girmektedir (AKMAN 1990).

2.3 Jeolojik Yapı ve Toprak

Deneme alanlarının yer aldığı Gölcük, Karakuz ve Aktuzla serilerinin temel yapısı genel olarak volkanik kayalardan meydana gelmiş olup, bir kristalin şist masifidir (PHİLİPPSON'a atfen SEVİM 1954). Alaçam dağları genelde bir mikaşist kütesidir. Gölcük bölgesinde geniş serpantin alanları da bulunmaktadır. Anakayalar genelde mikaşist ve gnaystır. Söz konusu serilerde kumlu balçık, mutedil balçık, balçık, killi balçık ve balçıklı kum toprak türleri saptanmıştır. Mikaşist ve gnays topraklar, genelde gevşek olup, yüksek direnaja kabiliyetine sahiptir. Genelde derin, pek derin topraklar, sahaların büyük bir kısmını kapsamaktadır. Bazı yörelerde orta derin ve sığ topraklar da bulunmaktadır.

2.4 Vejetasyon

Deneme alanlarının bulunduğu bölmeler saf karaçam (*Pinus nigra* Arnold *subsp. palasiانا* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinden oluşmaktadır. Karaçam Gölcük, Karakuz ve Aktuzla serilerinde geniş saf ormanlar kurmaktadır. Bölgede karaçam + kayın karışık ormanları da bulunmaktadır. Kayın (*Fagus orientalis*) birçok yerde alt tabakayı da oluşturmaktadır. Gölcük

serisinde düşük yükseltilerde kızılçam ormanları yer almaktadır. Yörede bireysel olarak meşe türleri (*Quercus cerris*, *Q. frainetto*), ardıç türleri (*Juniperus oxycedrus*, *J. excelsa*), nemli yerlerde ve dere yataklarında titrek kavak (*Populus tremula*), batı gürgeni (*Carpinus betulus*), kızılgağaç (*Alnus glutinosa*) ve doğu çınarı (*Platanus orientalis*) bulunmaktadır. Bunlara ek olarak fındık (*Corylus avellana*), Alıç (*Crataegus sp.*), kızılçık (*Cornus mas*), akçakesme (*Phyllirea media*), muşmula (*Mespulus germanica*) gibi ağaççık türleri ile laden (*Cistus laurifolius*), funda (*Erica arborea*), katır tırnağı (*Spartium junceum*), böğürtlen (*Rubus ideus*) gibi çalı türleri yer almaktadır. *Cistus laurifolius* açık alanlarda, gevşek kapalıltaktaki meşcere altlarında yoğun bir şekilde bulunmakta, hatta normal kapalı meşcerelerde de rastlanmaktadır (SEVİM 1954; ERUZ 1984; PAMAY 1960).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Deneme Alanlarının Seçiminde Esaslar ve Uygulanan Silvikültürel İşlemler

Deneme alanlarının seçiminde, yüksek kuşakta tohum kaynağı olabilecek iyi bonitet meşcerelere ağırlık verilmiştir. Deneme alanlarının 4 adedi (I, II, III, IX) birinci bonitet, 5 adedi (No. IV, V, VI, VII, VIII) ikinci bonitet içinde kalmaktadır. Bu deneme alanlarından genç yaş basamağındaki deneme alanları (I, II, III) birinci bonitet, daha yaşlı basamaklardaki deneme alanları (IV, V, VI, VII, VIII) ise bir istisna ile (IX) ikinci bonitet sınıfındadır. İkinci bonitetdeki deneme alanları, genelde bu bonitet sınıfının üst sıralarında olup birinci bonitete yakın durumdadırlar (Tablo 1). X No.lu deneme alanı orta kuşakta (830 m) ve birinci bonitette, XI No.lu deneme alanı ise yüksek kuşakta ve dördüncü bonitettedir (Tablo 1).

Deneme alanlarının saf, aynı yaşlı, normal kuruluşta ve olanaklar içinde az müdahale görmüş meşcerelerden seçilmesine çalışılmıştır. Ancak, yörede amaçlara uygun az müdahale görmüş meşcereler bulmakta güçlüklerle karşılaşmıştır. Yüksek kuşaktaki 3 deneme alanı (I, II, III) 55-65 (Şekil 1), 3 deneme alanı (No. IV, V, VI) 120-130 (Şekil 2), 3 deneme alanı ise (VII, VIII, IX) 140-150 yaş basamaklarını (Şekil 3) temsil etmektedir. Orta kuşaktaki X No.lu deneme alanı 55 (Şekil 4), yüksek kuşakta dördüncü bonitetteki XI No.lu deneme alanı ise 155 yaşındadır.

Yüksek kuşaktaki deneme alanları çok yakın yükseltilerden (1430-1510 m yükseltiler arası) ve yakın eğimlerden (%20-39 arası) seçilmiştir. Orta kuşaktan seçilen X No.lu alanının yükseltisi 830 m, eğimi ise %11'dir. Yüksek kuşak ve dördüncü bonitetteki XI No.lu deneme alanının yükseltisi 1430 m, eğimi %20'dir. IV, V, VI No.lu deneme alanları batı-kuzeybatı, I, II, III, VII, VIII, IX No.lu deneme alanları ise Güney-Güneydoğu bakılarda yer almaktadır. X No.lu deneme alanı kuzey, XI No.lu deneme alanı ise Güneydoğu bakılardadır.

Silvikültürel işlemlerin tohum verimine etkisini belirlemek amacı ile yüksek kuşakta üç farklı yaş kademesinden seçilen üçer meşcereden birer adedi kontrol parseli (No I, IV, VII) olarak ayrılmış, birer adedine mutedil (No. II, V, VIII), birer adedine de şiddetli (No. III, VI, IX) müdahale yapılmıştır. Farklı yaş basamaklarını oluşturan üçlü deneme alanı grupları kendi içlerinde aynı yaş, bakı, yükselti ve bir istisna ile (No. IX) aynı boniteti temsil etmektedir.

Tablo 1: Deneme Alanları (50x50 m) ile İlgili Genel Bilgiler¹⁾

Table 1: General Information Concerning Sample Plots

Deneme Alanı No Sample plot no	Bakı Exposure	Silvikültürel İşlem (Silvicultural Treatment)	Yükseklik elevation (m)	Eğim Slope (%)	Yaş Age	Bonitet Site classes	Üst Boy (m) top height	Müdahaleden Önce Before silvicultural treatment							Müdahaleden Sonra After silvicultural treatment																
								Kaplılık Crown coverage	Ağaç Sayısı Adet/ha Number of trees per hectare	Orta Çap (Cm) Average diameter	Göğüs Yüzevi m ² / ha stand Basal area	Sıklık Density	Hacim (m ³ /ha) Volume			Kaplılık Crown coverage	Ağaç Sayısı (Ha) Number of trees Per hectare	Orta Çap (cm) average diameter	Göğüs Yüzevi Stand Basal Arca	Sıklık Density	Hacim (m ³ /ha) Volume										
													Gülen After Gülen	Sun After Sun	Hasılat Tablosu After yield table						Gülen After Gülen	Sun After sun	Hasılat Tablosu After yield table								
I	GD	Kontrol (Control)	1450	30	63	I	24,45	0,51	1300	19	41,12	0,74	432,38	413,58	442,00																
II	GD	Mutedil (moderate)	1510	27	67	I	23,38	0,58	1164	21	42,48	0,76	415,46	413,88	390,26	0,50	876	22	35,39	0,64	340,41	354,94	328,64								
III	G	Şiddetli (intensive)	1510	29	55	I	22,03	0,57	640	27	38,58	0,78	395,29	383,98	336,34	0,50	496	28	31,49	0,61	325,17	316,60	263,03								
IV	KB	Kontrol (Control)	1460	21	122	II	29,93	0,58	420	49	61,92	1,0	812,16	851,71	738,00																
V	B	Mutedil (moderate)	1480	39	129	II	29,40	0,50	264	47	43,32	0,71	565,90	593,63	528,24	0,43	216	46	36,48	0,60	476,81	500,71	446,40								
VI	B	Şiddetli (intensive)	1440	27	123	II	32,30	0,39	212	51	41,1	0,64	595,19	640,53	546,56	0,20	100	54	22,26	0,34	318,69	344,41	290,36								
VII	GD	Kontrol (Control)	1440	20	145	II	30,28	0,56	280	51	59,79	0,99	790,63	841,52	749,43																
VIII	GD	Mutedil (moderate)	1440	21	140	II	33,50	0,52	236	53	53,30	0,89	762,26	825,70	671,06	0,40	156	56	38,37	0,64	550,82	598,81	482,56								
IX	GD	Şiddetli (intensive)	1430	20	150	I	37,91	0,37	160	64	51,38	0,81	840,33	952,00	706,32	0,12	48	76	19,25	0,31	320,45	367,63	270,32								
X	K	Kontrol (Control)	830	11	55	I	25,44	0,65	764	34	46,3	0,79	510,38	505,15	478,90																
XI	GD	Şiddetli (intensive)	1430	20	155	IV	21,36	0,31	108	42	15,0	0,30	153,93	153,53	138,90	0,31	216	46	36,48	0,60	476,81	500,71	446,4								

¹⁾ I, II, III, nolu deneme alanları Alaçam-Karakuz; IV, V, VI, nolu deneme alanları Gölcük-Karavacı; VII, VIII, IX, nolu deneme alanları Alaçam-Aktuzla; X nolu deneme alanı Gölcük-Gürealanı; XI nolu deneme alanı Gölcük-Sokuldak mevkiindedir.



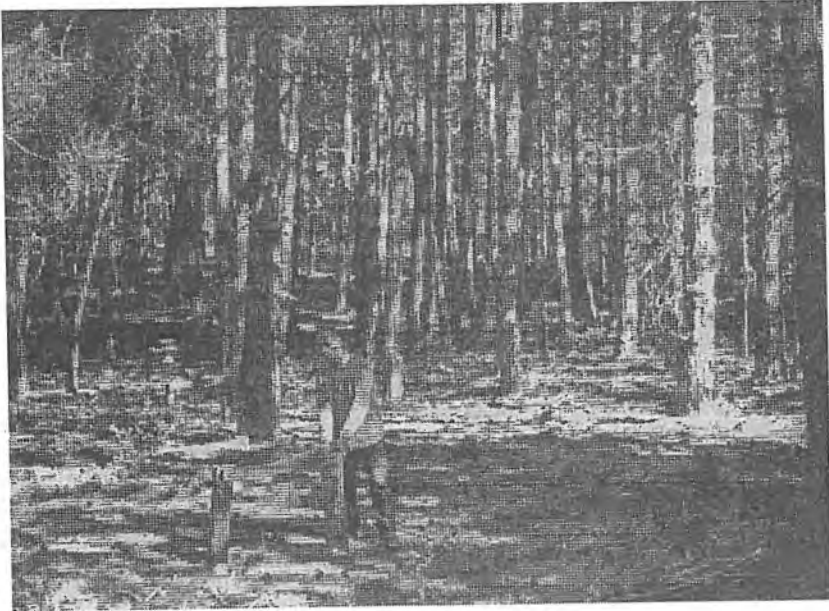
Şekil 1: Deneme alanı no: II
Figure 1: Sample plot no: II



Şekil 2: Deneme alanı no: VI
Figure 2: Sample plot no: VI



Şekil 3: Deneme alanı no: VIII
Figure 3: Sample plot no: VIII



Şekil 4: Deneme alanı no: X
Figure 4: Sample plot no: X

3.2 Deneme Alanlarının Şekli, Yapılan Ölçmeler ve Değerlendirmeler

Deneme alanları kare şeklinde 50x50 m boyutlarındadır (0.25 hektar). Ancak alana yerleştirilen tohum kapanlarına (Alt bölüm 3.3.), deneme alanı sınırlarından 1-1.5 ağaç boyu uzaklıktaki ağaçlardan da etkin tohum dökümü mümkün olduğundan, deneme alanlarına uygulanan silvikültürel işlemler bu kenar şeritlerinde de uygulanmıştır.

Deneme alanlarının yükseklik, bakı, eğim gibi fizyografik özellikleri ölçülerek belirlenmiştir. Daha sonra meşcere kuruluş özelliklerinden yaş, çap, boy ve kapalılık saptanmıştır. Yaş, 1.30 m yüksekten artım burgusu ile belirlenen yıllık halka sayısına, bu yüksekliğe ulaşması için geçen yıl sayısı (12 yıl) eklenerek bulunmuştur (KALIPSIZ, 1984).

Deneme alanı içindeki (50X50 m) tüm ağaçların 1.30 çapları çap ölçerle, en boylu 10 ağacın boyu (üst boy) Blume leiss boy ölçeriyle ölçülmüştür. Meşcere boy eğrilerini tespit etmek amacıyla, değişik çaplardan en az 30 adet ağacın boyları da ölçülmüştür. Milimetrik kağıt üzerine tepe projeksiyonları çizilmiştir.

Deneme alanındaki meşcere özellikleri ile ilgili veriler bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Bu amaçla Orman Exe Programı kullanılmıştır (YEŞİL, 1995). Her deneme alanı için meşcere çap-boy eğrileri çizilmiş ve bu eğrilerin denklemleri hacim hesaplarında kullanılmıştır. Hacim hesaplarında Gülen (1959), Sun ve Ark. (1977) ve hasılat tablosundan (KALIPSIZ, 1963) yararlanılmıştır. Değerlendirme sonucunda ortalama çap, ortalama boy ve bunların maksimum ve minimum değerleri ile meşcere üst boyları saptanmıştır. Ayrıca, deneme alanlarında bulunan değerlere göre, hasılat tablosu yardımıyla her deneme alanı için bonitet sınıfı ve meşcere sıklık dereceleri bulunmuştur. Meşcerelerin kapalılığı ise, milimetrik kağıt üzerine çizilen tepe projeksiyonlarından yararlanarak noktalı şablon yöntemi ile hesaplanmıştır (Tablo 1).

3.3 Tohum veriminin tespiti

50x50 m boyutlarındaki deneme alanlarının her birisine sistematik olarak 10 m aralıklarla 25'er adet tohum kapan yerleştirilmiştir. Galvaniz sac veya çinkodan yapılmış olan ve ağır genişliği 1/10 m² olan tohum kapanlar, yerden yüksekliği 85-90 cm olan sabit ağaç eşikler, üzerine oturtulmuştur (Şekil 1,2,3,4). Tohum kapanlarının alt kısmında en büyük karaçam kozalağının geçebileceği kare şeklinde bir delik bırakılmış, bu delik kenarındaki sac geriye kıvrıldıktan sonra, buraya boyutları 25x30 cm olan bez torbalar bağlanmıştır. Her deneme alanına ait tohum kapanlara ve torbalara, belirlenen tohum kapan numaraları I-1, I-2..... I-25; II-1..... II-25 şeklinde yağlı boya ile yazılmıştır. Yıl içi tohum döküm periyotlarını belirlemek için torbaların her yıl periyodik olarak 5 periyotta (Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Aralık ayları sonlarında) değiştirilmesi planlanmıştır. Ancak, bazı yıl ve deneme alanlarında, zorunlu olarak bazı periyotlar birleştirilerek torba değişimleri yapılabilmektedir. 1976 yılında tüm deneme alanlarında ölçme yapılmamış, 1977 ve 1978 yıllarında ise VII, VIII ve IX No.lu deneme alanları tahrip olduğundan, deneme dışı bırakılmıştır. Yıl içi tohum döküm periyotlarının belirlenmesinde bu durumlar dikkate alınmış ve gerektiğinde periyot sayıları azaltılarak değerlendirme ve hesaplar yapılmıştır. Sayımlar sırasında her deneme alanı ve tohum kapan için dolu ve boş tohumlar da dikkate alınarak kayıtlar ayrı ayrı tutulmuştur. Bu verilerden, her deneme alanının yıllara göre tohum verimi ve yıl içindeki döküm periyotları dolu ve boş taneleri kapsayacak şekilde hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Tohum verimi ve kalitesi (dolu ve boş tohum oranları) ile ilgili bulgular aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1 Karaçam populasyonlarında tohum verimi

Karaçam populasyonlarında tohum verimi yıllara, yaş basamaklarına, silvikültürel işlemlerin tohum verimine etkisine ve tohum dökümünün yıl içindeki seyrine göre açıklanmıştır.

4.1.1 Populasyonlarda tohum veriminin yıllara göre değişimi

Populasyonlarda tohum veriminin yıllara göre değişimi, dolu ve boş tohum ayrımı ve bunların yüzde değerleri ile bir tabloda toplanmıştır (Tablo 2). Yıllara ve deneme alanlarına göre toplam tohum verimlerini içeren sadeleştirilmiş bir tablo daha hazırlanmıştır (Tablo 3). Bu tabloların değerlerine göre, 9 populasyonda saptanmış olan en düşük ve en yüksek tohum verimi yüksek kuşakta (X ve XI No.lu populasyonlar dışında) 1972 yılında m^2 'de 71 (I) -240 (VII) adet, 1973 yılında 1 (V)- 21 (VIII) adet, 1974 yılında 8 (I ve III) - 45 (VI) adet, 1975 yılında 4 (II) -78 (VI) adet, 1977 yılında 15 (V)-52 (II) adet, 1978 yılında ise 15 (I, II)-57 (VI) adet olarak saptanmıştır. Bulgular (Tablo 2 ve 3) tohum verimindeki yıllık değişimlerin tüm deneme alanlarında aynı yönde olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen verilere göre, 6 yıl içinde Dursunbey-Alaçam yöresinde yüksek kuşakta (1430-1510 m) biri zengin (1972), beşi fakir (1973, 1974, 1975, 1977, 1978) olmak üzere, tohum verimi bakımından iki farklı tohum yılı saptanmıştır. Ölçme yapılamayan 1976 yılının ise orta veya zengin tohum yılı olması bir olasılıktır. Orta kuşak (830 m) populasyonun (X), 1972, 1973, 1974, 1975, 1977 ve 1978 yıllarında m^2 deki tohum verimi sıra ile 339, 135, 47, 186, 39, ve 62 adet olarak saptanmıştır. Orta kuşaktan (830 m) seçilen X Nolu alanın tohum verimi, sayım yapılan tüm yıllarda, diğer populasyonlardan önemli düzeyde fazla olmuştur. Orta kuşakta ise 6 yıl içinde iki zengin (1972, 1975), bir orta (1973) ve 3 fakir tohum yılı oluşmuştur. Ölçme yapılamayan 1976 yılının orta ve zengin tohum yılı olması halinde, bu kuşakta kalıtsal etkenler saklı kalmak koşulu ile, iki üç yılda bir zengin tohum yılının oluşabileceği belirtilebilir. Dördüncü bonitette ve yüksek kuşaktaki XI Nolu deneme alanının tohum verimi ise iki yıl dışında (1974 ve 1975)genelde diğer deneme alanlarından düşük seyretmiştir. Ancak dördüncü boniteteki bu alanda zengin veya orta tohum yılı oluşmamıştır.

4.1.2 Farklı yaş basamaklarında tohum verimi

Bulgulara göre farklı yaş basamaklarının tohum verimleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 4). Deneme alanlarının tamamında ölçmelerin yapıldığı 1972-1975 yıllarını kapsayan verilere göre, yaş basamaklarının genel ortalama değerleri olarak en yüksek tohum verimi az farkla 120-130 yaş basamağında (IV, V, VI) oluşmuştur (66 adet/ m^2). Bunu m^2 de 64 tohumla 140-150 yaş basamağı (VII, VIII, IX) izlemiş, en az tohum verimi ise 33 adet/ m^2 ile 55-65 basamağında (I, II, III) oluşmuştur. Bu dört yıllık periyotta, 1972 yılında en fazla ortalama tohum verimi 140-150 yaş basamağında elde edilmiş, bunu sıra ile 120-130 yaş basamağı ve 55-65 yaş basamağı izlemiştir. 1973 yılında 140-150 yaş basamağı ve 55-65 yaş basamağında tohum verimi eşite yakın olmuş, bunları 120-130 yaş basamağı izlemiştir. 1974 ve 1975 yıllarında ise en yüksek tohum verimi 120-130 yaş basamağında olup, iki yılda da bunu sıra ile 140-150 ve 65-75 yaş basamakları izlemiştir (Tablo 4). Orta kuşakta bulunan 55 yaşındaki X No.lu deneme alanının tohum verimi ise, tüm yıllarda yüksek kuşak meşcerelerin tüm yaş kademelerinin tohum veriminden büyük farklılıkla daha fazla olmuştur (Tablo 2, 3).

Tablo 2: Dursunbey Karaçam Deneme Alanlarında Yıllık Tohum Verimi (m²) ile Dolu ve Boş Tane Oranları (1972-1978).Table 2: Seed Yields (m²) and Their Annual Variation Together With Full and Empty Black Pine Seeds Percentages of Sample Plots at Dursunbey (1972-1978)

Deneme Alan No Sample Plot No Üst kuşak Upper belt	Yıllar (Years)																		Ortalama Average		
	1972			1973			1974			1975			1977			1978					
	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total	Dolu Full	Boş Empty	Topl. Total			
I	51 ¹ 72 ²	20 28	71 100	5 50	5 50	10 100	2 25	6 75	8 100	3 60	2 40	5 100	21 91	2 9	23 100	11 73	4 27	15 100	15 71	6 29	21 100
II	71 76	22 24	93 100	5 38	8 62	13 100	5 45	6 55	11 100	1 25	3 75	4 100	43 83	9 17	52 100	11 73	4 27	15 100	23 74	9 26	31 100
III	123 81	28 19	151 100	10 56	8 44	18 100	6 75	2 25	8 100	7 54	6 46	13 100	21 100	-	21 100	13 76	4 24	17 100	30 79	8 21	38 100
IV	119 64	66 36	185 100	4 57	3 43	7 100	18 64	10 36	28 100	49 64	28 36	77 100	21 84	4 16	25 100	28 82	6 18	34 100	40 68	20 32	59 100
V	92 66	48 34	140 100	-	1 100	1 100	15 79	4 21	19 100	27 68	13 32	40 100	9 60	6 40	15 100	26 87	4 13	30 100	28 68	13 32	41 100
VI	119 68	56 32	175 100	2 67	1 33	3 100	30 67	15 33	45 100	51 65	27 35	78 100	21 81	5 19	26 100	51 89	6 11	57 100	46 72	18 28	64 100
VII	170 71	70 29	240 100	4 31	9 69	13 100	5 45	6 55	11 100	8 36	14 64	22 100	-	-	-	-	-	-	47 64	25 36	72 100
VIII	119 68	56 32	175 100	15 71	6 29	21 100	4 40	6 60	10 100	4 21	15 79	19 100	-	-	-	-	-	-	35 63	21 37	56 100
IX	164 70	69 30	233 100	2 33	4 67	6 100	7 70	3 30	10 100	4 33	8 67	12 100	-	-	-	-	-	-	44 68	21 32	65 100
Ortalama Average	114 70	48 30	162 100	5 50	5 50	10 100	10 62	6 38	16 100	17 57	13 43	30 100	23 85	4 15	27 100	23 82	5 18	28 100	34 68	16 32	50 100
X Orta kuşak Middle belt	294 87	45 13	339 100	110 81	25 19	135 100	32 68	15 32	47 100	153 82	33 18	186 100	24 62	15 38	39 100	50 81	12 19	62 100	110 81	25 19	135 100
XI Üst kuşak Upper belt	24 51	23 49	47 100	4 67	2 33	6 100	23 55	19 45	42 100	24 44	30 56	54 100	9 90	1 10	10 100	12 75	4 25	16 100	16 55	13 45	29 100
Genel Ortalama Total Average	122 73	46 27	168 100	15 71	6 29	21 100	13 62	8 38	21 100	30 65	16 35	46 100	21 81	5 19	26 100	25 81	6 19	31 100	39 71	16 29	55 100

1 Adet (Numbers)

2 % değerler (percentages)

4.1.3 Silvikültürel işlemlerin tohum verimine etkisi

Deneme alanlarını tahrip edeceğinden, silvikültürel işlemler deneme alanları kurulmadan önce tamamlanmış, bu nedenle de populasyonlarda kesimlerden önceki tohum verimi belirlenememiştir. Ayrıca, başlangıçta yüksek kapalılık izlenimi bırakan populasyonların, tepe projeksiyonuna dayandırılan hesaplamalar sonucu kapalılıkların % 0,37-0,65 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 1). Silvikültürel işlemlerden sonra 55-65 başamağında mutedil ve şiddetli aralamalarda kapalılık 0,50'ye düşerken, 120-130 yaş basamağında bu değer mutedil ve şiddetli işlemlerle sıra ile 0,43 ve 0,20 ye 140-150 yaş grubunda ise 0,40 ve 0,12'ye düşmüştür. Bu nedenle müdahale gören populasyonlarda bireysel olarak tohum verimi artmış olsa dahi, alandaki ağaç sayıları çok azalmış olduğundan, populasyon düzeyinde tohum veriminin düşmesine neden olunmuştur.

Tablo 3: Dursunbey Karaçam Deneme Alanlarında Tohum Verimi (m²) (1972-1978)

Table 3: Seed Yields (m²) and Their Annual Variations in The Sample Plots of Black Pine at Dursunbey (1972-1978)

Deneme Alan No Sample Plot	Müdahale Şekli Silvicultural Treatments Üst kuşak Upper belt	Yıllara Göre Tohum Verimi-Sayı Seed yields according to years-Numbers						
		Yıllar (Years)						
		1972	1973	1974	1975	1977	1978	Ortalama Average
I	Kontrol-Control	71	10	8	5	23	15	21
II	Mutedil-Moderate	93	13	11	4	52	15	31
III	Şiddetli-Intensive	151	18	8	13	21	17	38
IV	Kontrol-Control	185	7	28	77	25	34	59
V	Mutedil-Moderate	140	1	19	40	15	30	41
VI	Şiddetli-Intensive	175	3	45	78	26	57	64
VII	Kontrol-Control	240	13	11	22			72
VIII	Mutedil-Moderate	175	21	10	19			56
IX	Şiddetli-Intensive	233	6	10	12			65
Ortalama Average		163	10	17	30	27	28	50
X	Kontrol-Control (Orta kuşak- Middle belt)	339	135	47	186	39	62	135
XI	Şiddetli-Intensive (Üst Kuşak- Upper belt)	47	6	42	54	10	16	29
Genel Ortalama Total Average		168	21	22	46	26	31	55

Tablo 4: Üst Kuşakta Farklı Yaş Basamaklarındaki Populasyonların Tohum Verimi (1972-1975)

Table 4: Seed Yields in Population of Different Age Categories of Upper Belt (1972-1975)

Yaş kademeleri (Age categories)	Denem alanı No Sample plot No	Tohum Yılları (Seed years)												Ortalama (Average)		
		1972			1973			1974			1975					
		Tohum (m ²)- (Seed per sqm)												Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)
	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	
55-65	I	51	20	71	5	5	10	2	6	8	3	2	5	15	8	23
	II	71	22	93	5	8	13	5	6	11	1	3	4	23	9	32
	III	123	28	151	10	8	18	6	2	8	7	6	13	36	11	47
	Ortalama (Average) %	82 % 78	23 % 22	105 % 100	7 % 50	7 % 50	14 % 100	4 % 44	5 % 56	9 % 100	4 % 57	3 % 43	7 % 100	25 % 74	9 % 26	34 % 100
120-150	IV	119	66	185	4	3	7	18	10	28	49	28	77	47	27	74
	V	92	48	140	-	1	1	15	4	19	27	13	40	33	16	49
	VI	119	56	175	2	1	3	30	15	45	51	27	78	50	25	75
	Ortalama (Average) %	110 % 66	57 % 34	167 % 100	2 % 50	2 % 50	4 % 100	21 % 68	10 % 32	31 % 100	42 % 65	23 % 35	65 % 100	43 % 65	23 % 35	66 % 100
140-150	VII	170	70	240	4	9	13	5	6	11	8	14	22	46	25	71
	VIII	119	56	175	15	6	21	4	6	10	4	15	19	35	21	56
	IX	164	69	233	2	4	6	7	3	10	4	8	12	44	21	65
	Ortalama (Average) %	151 % 70	65 % 30	216 % 100	7 % 54	6 % 46	13 % 100	5 % 50	5 % 50	10 % 100	6 % 33	12 % 67	18 % 100	42 % 66	22 % 34	64 % 100
	Genel ortalama (Total average) %	114 % 71	48 % 29	162 % 100	5 % 50	5 % 50	10 % 100	10 % 62	6 % 38	16 % 100	17 % 57	13 % 43	30 % 100	37 % 67	18 % 33	55 % 100

Öte yandan, karaçam kozalakları 2 yılda olgunlaştığından, 1971 yılında yapılan silvikültürel işlemlerin etkilerini en erken 1974 yılında görebilmek mümkündür. Çünkü 1971 yılında yapılan müdahalelerde, kesilen ağaçlar nedeniyle kozalak ve conelet sayıları azaldığından, işlem gören popülasyonların, 1972 ve 1973 yıllarında tohum veriminde esasen belirgin bir azalma olmuştur.

Bu ortamda, yaş kademelerine göre, genel bir değerlendirme yaparsak, bulgulara göre, 55-65 yaş basamağında silvikültürel işlemlerin, izleyen yıllarda tohum verimi üzerinde belirgin bir etkisi ortaya çıkmamıştır (Tablo 2,3). 120-130 yaş basamağında 1974 yılı ve sonrası (1975, 1977, 1978 yılları) şiddetli müdahale yapılan popülasyonun (VI), tohum verimi kontrol ve mutedil müdahale yapılan popülasyonlara (sıra ile IV, V) oranla sürekli yüksek olmuştur. Mutedil müdahale yapılan deneme alanında ise (V), tohum verimi bu yaş kademesinde en düşük düzeyde seyretmiştir. 140-150 yaş basamağında ise ağaç sayılarının ve kapalılığın önemli düzeyde düşmüş olmasına paralel olarak, tohum verimi çok belirgin olmamakla birlikte kontrol deneme sahasına göre biraz daha düşük olarak bulunmuştur (Tablo 2,3).

4.1.4 Tohum dökümünün yıl içindeki seyri

Tohum dökümünün yıl içindeki seyri, 1972, 1973, 1974 ve 1976 yıllarında tüm deneme alanlarının (11 deneme alanı), 1977 ve 1978 yılında ise ölçme yapılabilen 8 deneme alanının (Tablo 2,3) genel ortalama verileri olarak, dolu ve boş tohum miktarını da içerecek şekilde bir tabloda toplanmıştır (Tablo 5). Tablo "5" ten izleneceği üzere, bazı yıllar Ocak-Mart periyodu ile Nisan periyodu, ayrıca Mayıs ile Haziran periyotları verileri, torbaların değiştirilmemesi nedeniyle birleştirilmiştir.

Bulgulara göre, yıl içindeki maksimum tohum döküm periyotları Ocak-Mart periyodu ile Nisan ayıdır. Bu periyotlar için ölçmelerin ayrı ayrı yapılabildiği dört yılın (1972-1975) genel ortalaması olarak, yıllık tohum dökümlerinin %37'si Nisan ayında ve %36'sı da Ocak-Mart periyodunda olup, eşite yakın değerlerdedir. Bu periyotları, üçüncü sırayı alan Mayıs ayı izlemektedir. Mayıs ayı periyodunda, ayrı ölçme yapılan yılların (1973,1975,1977,1978) genel ortalaması olarak dökülen tohum miktarı %19'dur. Periyot olarak ayrı ölçmelerin yapılabileceği Haziran ayında ise (1973, 1975, 1977 1978) genel ortalama tohum dökümü %6'dır. Temmuz-Aralık periyodunda dökülen tohumlar ise genel ortalama değer olarak %3 olup, ileride nedenleri açıklanacak 1973 (%4) ve 1974 (%13) tohum dökümü dışında, Temmuz-Aralık periyodunda dökülen genel ortalama tohum miktarı % 0-1 arasında değişmektedir.

4.2 Karaçam popülasyonlarında tohum kalitesi

Karaçam popülasyonlarında tohum kalitesi dolu ve boş tane oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Tablo 5: Dursunbey Karaçamlarında Tohum Verimi (m²) ve Dökümün Yıl İçindeki Seyri¹⁾
Table 5: Mean Seed Yields (per sqm) and Its Periodic Dispersal in Black Pine Stands at Dursunbey

Yıllar	Periyotlar (Periods)																	
	Ocak-Mart (January-March)			Nisan (April)			Mayıs (May)			Haziran (Jun)			Temmuz-Aralık (July-December)			Toplam (Total)		
	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)	Dolu (Full)	Boş (Empty)	Toplam (Total)
1972 %	72	21	93	39	12	51	(Mayıs-Haziran May-June)			10	12	22	0	2	2	122	46	168
			55			32					13			1				100
1973 %	1	1	2	10	2	12	3	2	5	0	1	1	1	0	1	15	6	21
			10			57			24		5			4				100
1974 %	4	3	7	4	1	5	(Mayıs-Haziran May-June)			5	2	7	1	2	3	13	9	22
			32			23					32			13				100
1975 %	16	6	22	13	4	17	1	3	4	0	1	2	0	1	1	30	16	46
			48			37			9		4			1				100
1977 %	(Ocak-Nisan) (January April)			15	5	20	3	0	3	3	0	3	0	0	0	21	5	26
						77			12		11			0				100
1978 %	(Ocak-Nisan) (January April)			17	3	20	8	2	10	1	0	1	0	0	0	25	6	31
						65			32		3			0				100

¹⁾ Ayır ayrı ölçmelerin yapılabilirdiği yıllara göre periyodik olarak, yıllık tohum dökümünün % 37'si Nisan ayında (1972, 1973, 1974, 1975 ortalaması), % 36'sı Ocak- Mart periyodunda (1972, 1973, 1974, 1975 ortalaması), % 19'u Mayıs ayında (1973, 1975, 1977, 1978 ortalaması), % 6'sı Haziran ayında (1973, 1975, 1977, 1978 ortalaması) ve % 3'ü Temmuz-Aralık periyodunda (1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1978 ortalaması) olmuştur.

4.2.1 Populasyonlarda tohum kalitesinin yıllara göre değişimi

Populasyonların boş tohum oranları farklı yıllarda deneme alanlarında geniş bir varyasyon göstermiştir (Tablo 2). Özellikle fakir tohum yıllarında, bazı deneme alanlarında, dökülen az sayıda tohumun önemli bir bölümü boş tohum olabilmektedir. Bu nedenle, boş tohum oranlarının yıllara göre tüm deneme alanlarının genel ortalama değeri, deneme alanlarına göre de ölçme yapılan yılların genel ortalama değerleri olarak belirtilmesi uygun görülmüştür (Tablo 2). Yüksek kuşak deneme alanlarının genel ortalaması olarak, boş tohum oranları 1972 yılında %30, 1973 yılında %50, 1974 yılında %38, 1975 yılında %43, 1977 yılında %15 ve 1978 yılında %18 olarak saptanmıştır. Araştırmanın kapsadığı tüm yılların ve deneme alanlarının genel ortalaması olarak da boş tohum oranı %29 olarak saptanmıştır. Diğer deneme alanlarına oranla her yıl çok daha bol tohum veren orta kuşaktaki X No.lu alanın boş tohum oranı, yıllar olarak genelde en düşük seyretmiştir. Bu deneme alanında tüm yılların ortalaması olarak da boş tohum oranı (%19) en düşük olmuştur. Bulgulara göre, yüksek kuşakta bir istisna ile (1978 yılı), boş tohum oranı zengin tohum yılında (1972) en düşük düzeyde seyretmiştir. Orta kuşakta (Deneme alanı No X) da buna paralel şekilde boş tohum oranları zengin tohum yıllarında (1972, 1975) en düşük olmuş, (sıra ile %13 ve 18) bunu orta tohum yılı (1973) izlemiş (%19) ve fakir tohum yılında boş tohum oranı daha yüksek seyretmiştir.

Yüksek kuşaktaki deneme alanlarında, yılların genel ortalaması olarak en düşük ve en yüksek boş tohum oranları %21 (III) ve %37 (VIII) arasında değişmiş, bu kuşaktaki dördüncü bonitet alanda ise yılların genel ortalaması olarak, boş tohum oranı en yüksek (%45) olmuştur.

4.2.2 Farklı yaş basamaklarında tohum kalitesi

Bulgulara göre, yüksek kuşakta, tüm deneme alanlarında ölçme yapılan 4 yılda (1972-1975), araştırmada yer alan en genç yaş kademesinde (55-65 yaş kademesi) boş tohum oranı en düşük (%26) olmuştur (Tablo 4). Birbirlerine yakın yaş basamaklarını temsil eden 120-130 ve 140-150 yaş basamaklarının boş tohum oranları (sıra ile %35 ve %34) yaklaşık eşit durumdadır (Tablo 4). Araştırma sonuçları 1972-1975 yılları arasındaki tüm yıl ve tüm yaş basamaklarında, zengin tohum yılındaki boş tohum oranlarının bir istisna ile daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4).

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1 Tohum verimi

Tohum verimi ile ilgili tartışma dört ayrı altbaşlık çerçevesinde yapılmıştır.

5.1.1 Tohum yıllarının seyri

Dursunbey yöresi Gölcük, Karakuz ve Aktuzla serilerinde 1972-1978 yılları arasında 6 yıl yürütülen araştırmada (1976 yılında ölçme yapılamamıştır), yüksek basamak (1430-1510 m) deneme alanlarının ortalama verilerine göre bir zengin tohum yılı (1972), beş fakir tohum yılı saptanmıştır (Tablo 2,3). Orta kuşakta yer alan X No.lu deneme alanı verilerine göre ise bu kuşakta iki zengin (1972, 1975), bir orta (1973) ve üç fakir tohum yılı oluşmuştur. Bu kuşakta zengin ve orta tohum yılları peşpeşe gelebilmiştir. Orta veya zengin tohum yılı olma olasılığı fazla olan 1976 yılında, ölçme yapılamamış olması, araştırma sonuçlarının tohum yılları açısından yorumlanmasında bir kısıt oluşturmuştur. Ölçme yapılamayan 1976 yılının bol veya orta

tohum yılı olması durumunda, Dursunbey yüksek basamak karaçamlarında 4-5 yılda bir zengin tohum yıllarının oluşabileceği belirtilir. Orta zonda ise bulgulara göre, zengin tohum yıllarının 2-3 yılda bir oluştuğu görülmektedir. Atay (1954), karaçamlarda zengin tohum yıllarının 2-3 yılda bir oluştuğunu, ancak bunun lokal iklim koşullarına göre değişebileceğini belirtmektedir. Araştırmacı, Dursunbey ve Sındırgı yöresi karaçamlarında kozalak sayımlarından hareketle, 3 yıl ortalaması olarak hektarda sıra ile 2.3 ve 1.4 milyon (m^2 'de 230 ve 140 adet) tohum saptamıştır. Belirtilen değerler bu çalışmanın yüksek kuşakta zengin tohum yılındaki (1972) ortalama değerleri ile örtüşmekle birlikte, yıllara göre yüksek kuşaktaki ortalama değerlerden oldukça fazladır. Atay (1959) ın araştırmasında Dursunbey (1270-1320 m) ve Sındırgı'daki (880-890 m) populasyonların orta kuşağı temsil etmesi, hektardaki ağaç sayılarının sıra ile 420 ve 330 adet olması, buna karşılık bu çalışmada yaşlı meşcerelerde ağaç sayılarının düşük olması ve deneme alanlarının yüksek kuşağı temsil etmesi tohum veriminin daha düşük olmasının bir nedeni olabilir. Nitekim orta kuşakta (830 m) ve kapalılığı 0,65 olan X No.lu deneme alanının tohum verimi yıllar ve genel ortalama değerler olarak Atay' ın verileri ile örtüşmektedir. Bu çalışmada yüksek kuşakta, başlangıçta esasen düşük olan kapalılıkların silvikültürel işlemlerle 0,12 (XI) 0,20 (VI) gibi düzeylere düşürülmüş olması ve hektardaki ağaç sayılarının sıra ile 48 ve 100'e indirilmesi, diğer bazı yaşlı deneme alanlarında da ağaç sayılarının düşük olması, birim alanda tohum veriminin bu kuşakta düşük olmasındaki diğer bir nedendir (Tablo 1). Yüksek kuşaktaki karaçamlarda tohum verimi orta kuşağa göre daha düşük seyretmekte, tohum yılları daha seyrek olmaktadır. Ürgenç (1967 a) ülkemizde sarıçam yayılışının farklı yörelerinde 1545-2320 m yükseltiler arasındaki 6 yükselti basamağında, yükseldikçe hektardaki kozalak veriminin düştüğünü saptamıştır. Kapalılığın fazla düşürülmesi de bu olumsuzluğu artırmaktadır. Karaçamlarda yapılan başka bir çalışma da bu bulguları desteklemektedir. Bolu'daki iki yörede kapalılığı 0.6 ve 0.8 olan ikişer karaçam populasyonunda yürütülen bir çalışmada, tohum verimi 1995 yılında m^2 de 324 ile 441 adet arasında, 1996 yılında m^2 de 178 ile 380 adet arasında değişmektedir. Bu yörelerden birisinin bitişğinde kapalılığı 0,3 olan keçeleşmiş bir alanda ise tohum verimi 1995 ve 1996 yıllarında sıra ile 106 ve 126 adet olarak bulunmuştur (KARADAĞ 1999). Söz konusu deneme alanlarının denizden yüksekliği 1030-1050 metreler arasında (orta kuşak), eğimleri % 10-13, yaşları ise 107 ve 137 olmak üzere iki farklı yaş grubundadır. Yani Bolu yöresinde orta kuşaktaki kapalılığı fazla düşürülmemiş populasyonların tohum verimi, bu çalışmada yüksek kuşakta kapalılığı düşük populasyonlardan fazla, orta kuşakta kapalılığı Bolu'daki populasyonlara yakın olan (0,65) deneme alanına yakın seyretmiştir. Ürgenç (1967 a) de Tavşanlı-Dereçarşamba yöresi karaçamlarındaki bulgularına göre, ağaçlara verilen ortalama büyüme alanı arttıkça kozalak veriminin bireysel olarak artmasına rağmen, ağaç sayısının azalması sonucu, hektardaki kozalak veriminin düştüğünü belirtmektedir. Boydak (1975-1977) da Çatacak yöresi sarıaçamlarında, kalıtsal faktörler saklı kalmak koşulu ile birim alanda ağaç sayısının azalması (belirli bir sınıra kadar) meşcere orta çapı ve tepe büyüklüğünün artması ile tohum veriminin de büyük ölçüde arttığını, ancak birim alandaki ağaç sayısının belirli düzeyin altına düşürülmesi durumunda azaldığını belirtmektedir. Matthews (1967b) gövde çapının tohum verimi üzerindeki etkisinin boydan çok daha fazla olduğunu, aralık ve mesafenin belirli oranlarda artırılmasının çiçek ve tohum verimini olumlu yönde etkileyebildiğini ifade etmektedir. *Pinus eliotti* var. *elliotti*'de hektarda 300, *Pinus teada*'da hektarda 500 gövdenin en yüksek kozalak verimini meydana getirdiği bulunmuştur (FLORANCE ve Mc WILLIAM 1956). Ürgenç (1967 a) de Cappelli'ye atfen, fıstıkçamında göğüs ve tepe çapı ile kozalak verimi arasında olumlu yönde sıkı bir ilişki bulunduğunu belirtmektedir.

Deneme alanlarının tohum veriminde yıllara göre azalma ve çoğalma bakımından genelde benzer bir eğilim görülmektedir. Ancak 1973 yılında yüksek kuşaktaki tüm deneme alanlarında kıt bir tohum yılı oluşurken, 830 m yükseltideki populasyonda (X) metrekarede 135

tohumla orta bir tohum yılı olması, aynı bölgede ve yılda tohum verimi bakımından farklı eğilimde populasyonlar olabileceğini işaret etmektedir. 1975 yılında da benzer bir durum söz konusudur. Gene orta kuşaktaki X No.lu deneme alanında metrekarede 186 tohumla zengin bir tohum yılı oluşurken, yüksek kuşakta 120-130 yaş kademesi populasyonlarında (IV, V, VI) ortalama 65 tohum (sıra ile m² de 77, 40, 78 adet tohum), diğer deneme alanlarında ise daha düşük değerlerle fakir tohum yılı yaşanmıştır. Aynı yıl yükseltisi 1430 m olan dördüncü bonitet alanın (XI) da bazı deneme alanlarına oranla daha yüksekçe bir tohum verimi oluşturması (metrekarede 54 tohum), aynı bölge populasyonlarında, yıllara göre tohum verimlerinin farklı yönlerde olabileceğini işaret etmektedir. Odabaşı (1990), ülkemiz sedirlerinde tohum yıllarının mntıkalara göre büyük değişiklikler gösterdiğini, Boydak (1996), sedirde aynı yörede (Elmalı-Çığlıkara) nispeten muntazam aralıklarla (3 yılda bir) bol tohum yılları oluştuğunu belirtmektedir. Heikinheimo (1948) ise Finlandiya'da birkaç istisna ile tüm deneme alanlarında tohum yıllarının aynı yönde olduğunu belirtmektedir. Deneme alanlarının optimum yayılış alanlarından seçildiği Çatacık yöresi sarıçamlarında, çalışılan üç yıl içinde (1971, 1972 ve 1973) tohum veriminin aynı yönde seyrettiği, bu sonucun yakın olan deneme alanlarında egemen olan aynı iklim koşullarından kaynaklandığı ifade edilmiştir (BOYDAK, 1975; 1977). Dursunbey'de orta kuşaktaki X No.lu populasyonun her yıl diğer populasyonlardan fazla ve yüksek düzeyde tohum vermesi, yükselti yanında kalıtsallıkla da ilişkili olması beklenir. Benzer şekilde yüksek kuşaktaki IV, V ve VI Nolu deneme alanlarında yukarıda belirtilen 1975 yılı gibi, 1974, 1977 ve 1978 yıllarında da tohum veriminin bu kuşaktaki diğer populasyonlara oranla daha yüksek seyretmesi, tohum veriminin kalıtsallığına diğer bir örneği oluşturmaktadır. Chalupka ve Giertych (1973), Avrupa ladininde yapılan bir çalışmada, tüm dünyada 1921, 1924, 1928 ve 1931 yıllarının ve özellikle 1954 yılının zengin tohum yılı olarak saptandığını ve bunun üzerinde rejonlar boyunca benzer şekilde etkili olan iklim faktörlerinin teşvik edici olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar bu tohum yılları üzerinde, yerel iklim dalgalanmaları nedeniyle, herhangi bir etkinin muhtemel olmadığını da eklemektedir. Bazen de iki yılda (örneğin 1941 ve 1942 yılları), farklı reyjolarda bol tohum yılları oluştuğunu, buna göre de, türde tohum verimi için kalıtsal bir hazırlığın gerektiğini ve hava koşullarının bazı mntıkalarda bol tohum verimi için 1941 ve bazı mntıkalarda 1942 yıllarında uygun olduğunu ifade etmektedirler. Veriler Avrupa ladininde tohum yıllarının 55. ve 65. enlem dereceleri dışındaki enlemlerde daha seyrek olduğunu göstermektedir. Yukarıdaki bulgular, tür için tohum veriminde kalıtsal hazırlığın önemli olduğunu ve aynı zamanda, verim üzerinde hava koşullarının da yıllık değişimlere neden olabileceğini, türlerin optimumunda tohum yıllarının daha sık olduğunu işaret etmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara, karaçamalarda yapılan diğer araştırmalar ve yukarıda belirtilen diğer türlerdeki bulgulara göre, Dursunbey yöresinde az müdahale görmüş, kapalılığı 0,6-0,7 olan orta kuşaktaki (800-1200 m), başka bir ifade ile optimum yayılıştaki populasyonların tohum verimlerinin yüksek ve alçak kuşaktaki populasyonların tohum veriminden daha yüksek, tohum yıllarının daha sık olabileceği belirtilebilir.

5.1.3 Silvikültürel işlemlerin tohum verimine etkisi

Karaçam populasyonlarına uygulanan mutedil ve şiddetli müdahalelerden sonra kapalılık 55-65 yaş kademesinde 0,50 ye, 120-130 yaş kademesinde sıra ile 0,43 ve 0,20 ye, 140-150 yaş kademesinde ise 0,40 ve 0,12'ye düşürülmüştür. Bu durum populasyonların yüksek kapalılık derecesinde görünmesi nedeniyle başlangıçta fark edilmemiş, çizilen tepe projeksiyonlarından populasyonların görünüşlerinin aksine, düşük kapalılıklarda oldukları ortaya çıkmıştır (Tablo 1). Bu nedenle, bireylerde kozalak sayısının artma olasılığı olsa dahi, birim alanda az sayıda birey

kaldığından, birim alana dökülen tohum sayılarını olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca, müdahaleler sonucu konelet ve kozalak sayıları da önemli düzeyde azaldığından, etkiler en erken üçüncü yıldan sonra ortaya çıkabilecek durumdadır. Silvikültürel işlemlerin etkisi 120-130 yaş kademesinde 1974 yılı ve sonrasında (1975, 1977 ve 1978) kısmen görülebilmiş; şiddetli müdahale yapılan populasyonun (VI) tohum verimi kontrol ve mutedil müdahale yapılan populasyonlara (sıra ile IV, V) oranla sürekli yüksek olmuştur. Buna karşılık, mutedil müdahale yapılan populasyonun (V) tohum verimi bu yaş kademesinde en düşük düzeyde kalmıştır. Silvikültürel işlemlerin, yukarıda açıklanan nedenlerle 55-65 yaş basamağında belirgin bir etkisi görülmemiş, 140-150 yaş basamağında ise kapalılığın aşırı kırılması ve ağaç sayılarının çok azalmış olması nedeniyle, kontrol işlemine oranla, fazla olmamakla birlikte biraz daha düşük tohum verimi saptanmıştır.

Yukarıda açıklanan olumsuzluklar, özellikle silvikültürel müdahaleler sonucu kapalılığın aşırı derecede düşürülmesi ve ağaç sayılarının azaltılması nedenleriyle, silvikültürel işlemlerin tohum veriminde beklenen olumlu sonuçları, araştırma bulgularında ortaya çıkmamıştır. Bununla birlikte, bulgular, gençleştirme çalışmalarında tohumlama kesimleri uygulanırken veya tohum meşcerelerine uygulanacak silvikültürel işlemlerde, kapalılık konusunda çok dikkatli davranılması ve meşcerelere aşırı müdahale yapılmaması gerektiğini ortaya koymuştur.

5.1.4 Tohum dökümünün yıl içindeki seyri

Dursunbey yöresinde, ölçmelerin yapıldığı periyotlara göre, yıl içinde en fazla tohum dökümü sıra ile Nisan ayı (%37), Ocak-Mart periyodu (%36), Mayıs ayı (%19), Haziran ayı (%6) ve Temmuz-Aralık periyodunda (%3) oluşmuştur (Tablo 5). 1973 ve 1974 yıllarında Temmuz-Aralık periyodunda saptanan sıra ile %4 ve %13 düzeyindeki yüksek tohum dökümleri, söz konusu yıllarda tohum dökümünün az olması nedeniyle, rastlantı olarak bazı deneme alanlarına dökülen az sayıdaki tohumun yüzdelere yansımından kaynaklanmıştır. Örneğin, 1973 yılında bu periyotta dökülen tohumların tamamı (%4), VIII No.lu deneme alanına dökülmüş tohumlardan kaynaklanmıştır. Diğer yıllarda Temmuz-Aralık periyodunda dökülen tohum oranı ise %0-1 düzeyindedir. Bolu yöresi karaçamlarında yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, yıl içindeki tohum döküm periyodu, Dursunbey yöresi karaçamlarının tohum döküm periyoduna paraleldir. Ancak aylara göre tohum döküm yüzdelerinde farklılıklar bulunmaktadır.

Çatacak yöresi sarıçamlarında tohum dökümlerinin yıl içindeki dağılımı da karaçamlara benzer bir seyir izlemiştir (Boydak 1975-1977). Kızılçamlarda ise maksimum tohum dökümü Ağustos-Ekim periyodunda olmakta, ancak döküm tüm yıl boyu sürmektedir (ÜRGENÇ 1977; ÜRGENÇ ve Ark., 1989).

5.1.2 Farklı yaş basamaklarında tohum verimi

Dursunbey yöresinde yüksek kuşakta 9 deneme sahasında da araştırmaların sürdüğü 4 yıllık bulgulara göre, genel ortalama değer olarak 120-130 yaş basamağının tohum verim (m^2 de 66 tohum) ve 140-150 yaş basamağının tohum verimi (m^2 de 64 tohum) çok yakın değerlerde bulunmuştur. 55-65 yaş basamağının tohum verimi ise daha düşük olmuştur (m^2 de 33 tohum). Araştırmanın yürütüldüğü 4 yıl içinde, 2 yıl (1972 ve 1973 yılları) 140-150 yaş basamağının, 2 yıl ise (1974-1975) 120-130 yaş basamağının tohum verimi daha yüksek olmuştur. Ancak, yörede 65-120 yaşları arasında uygun nitelikli deneme alanları bulunmadığından, bu yaşlar arasındaki populasyonların tohum verimi saptanamamıştır. Nitekim orta kuşakta (830 m) 55 yaşındaki populasyonun (X) büyük farkla her yıl en yüksek düzeyde seyreden tohum verimi, 65-

120 yaşları arasındaki popülasyonların tohum veriminin yüksek olma olasılığına bir işaret olarak kabul edilebilir. Çatacık yöresi sarıçamlarında da 3 yıl süreli bir araştırmanın sonuçlarına göre, iyi bonitet alanlarında, 3 yıl ortalaması olarak, en yüksek tohum verimi 81-100 yaş kademesinde, en düşük tohum verimi ise 41-60 yaş kademesinde saptanmıştır. Zengin ve orta tohum yılında da 81-100 yaş kademesinin tohum verimi en yüksek olmuştur. Ancak orta tohum yılında 121-140 yaş kademesiyle fark azalmıştır. Buna karşılık fakir tohum yılında en yüksek tohum verimi sıra ile 181-200, 121-140 ve 81-100 yaş kademelerinde ortaya çıkmıştır. 41-60 yaş kademesinin tohum verimi ise 3 yılda en düşük düzeyde seyretmiştir (BOYDAK 1975; 1977). Bu ve diğer araştırma bulgularına göre, yaşlı karaçam ve sarıçam popülasyonlarının tohum verimleri de yüksek düzeyde seyredabilmektedir. Nitekim Ürgenç (1967 a;b) Araç-Daday'da 56 yaşındaki bir sarıçam meşceresinde tohum verimini hektarda 3,4 kg, bitişğinde 113 yaşındaki bir meşcerede 12,9 kg olarak saptamıştır. Karaçamlarda yaşlı bireylerin tohumları yüksek çimlenme yeteneğini sürdürebilmektedir. Nitekim Dursunbey-Aktuzla serisinde yaklaşık 365 yaşında bir bireyin tohumları laboratuvarında %80 çimlenme kabiliyeti göstermiştir (ÜRGENÇ, 1967a). Dursunbey'deki yüksek kuşak 120-130 yaş basamağından tarafımızdan toplanan tohumlarla yapılan çimlendirmelerde de dolu tohumlarda % 99 gibi yüksek çimlenme oranı saptanmıştır.

5.2 Tohum kalitesi

Dursunbey yöresinde yüksek kuşak deneme alanlarının genel ortalaması olarak boş tohum oranları 1972 yılında %30, 1973 yılında %50, 1974 yılında %38, 1975 yılında %43, 1977 yılında %15, 1978 yılında %18 olarak saptanmıştır (Tablo 2). Diğer deneme alanlarına oranla her yıl çok daha bol tohum veren orta kuşaktaki X No.lu deneme alanında boş tohum oranı yıllar olarak genelde en düşük düzeyde seyretmiştir. Kapalılığı 0,65 olan bu deneme alanında tüm yılların ortalaması olarak da boş tohum oranı (%19) en düşük olmuştur. Bulgulara göre yüksek kuşakta zengin tohum yılında (1972), boş tohum oranı bir istisna ile (1978 yılı) en düşük olmuştur. Orta kuşakta da (X) en düşük boş tane oranları (%13 ve %18), zengin tohum yıllarında (sıra ile 1972, 1975) saptanmış, bunu orta tohum yılı (%19) izlemiş (1973), fakir tohum yıllarında ise boş tohum oranları daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2). Yüksek kuşaktaki deneme alanında yılların genel ortalaması olarak en düşük ve en yüksek boş tohum oranları %21 (III) %37 (VIII) arasında değişmiş, bu kuşaktaki dördüncü bonitet deneme alanında (XI) ise yılların genel ortalaması olarak en yüksek boş tohum oranı oluşmuştur (%45). Bulgular zengin tohum yıllarında ve bol tohum veren popülasyonlarda, boş tohum oranının genel olarak azaldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca kapalılığın, belirli bir düzeyin altına düşmemesi durumunda, genel olarak tohum verimi artarken, boş tohum oranı azalmaktadır.

Bulgulara göre Dursunbey yöresi yüksek kuşak karaçamlarında, tüm deneme alanlarında ölçme ve değerlendirmelerin yapıldığı 1972-1975 yılları arasında, en düşük boş tohum oranı genel ortalama değer olarak, 55-65 yaş basamağında (%26) bulunmuştur (Tablo 4). Birbirlerine yakın yaş basamaklarını temsil eden 120-130 ve 140-150 yaş basamağının boş tohum oranları (sıra ile %35 ve %34) yaklaşık eşit durumdadır. Araştırma bulguları 1972-1975 yılları arasındaki tüm yıl ve tüm yaş basamaklarında, bir istisna ile zengin tohum yıllarında boş tohum oranlarının daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Çatacık'ta iyi bonitet sarıçam meşcerelerindeki araştırma sonuçlarına göre de, karaçam popülasyonlarındaki bulgulara paralel olarak, boş tohum oranı genç yaş kademesinde (41-60) en düşük olmuş (% 20) bunu 81-100 yaş kademesi izlemiştir (%26). 121-140 ve 181-200 yaş kademelerinin boş tohum oranları ise sıra ile %30 ve %27 olarak saptanmıştır. Sarıçamlarda iki yaş kademesinin yer aldığı orta bonitet sınıfında da boş tohum oranı 81-100 yaş basamağında, 181-200 yaş basamağından belirgin olarak düşük

bulunmuştur (BOYDAK 1975; 1977). Kızılcamlarda ise alçak ve yüksek muntka popülasyonlarının kendi içlerinde yaş kademelerine göre (20, 40, 60 yaş kademeleri) boş tohum oranı bakımından kesin bir yargıya varılamadığı, gene kesin bir yargı olmamakla birlikte, artan tohum verimi ve silvikültürel işlemlerin şiddetine paralel olarak, boş tane oranında bir düşme eğilimi olduğu belirtilmektedir (ÜRGENÇ ve Ark., 1989).

5.3 Öneriler

Araştırma bulgularına göre, Dursunbey yöresinde yüksek kuşakta (1430-1510 m), ölçme yapılamayan 1976 yılının bir zengin veya orta tohum yılı olması durumunda zengin tohum yılının 4-5 yılda bir oluşabileceği belirtilebilir. Bu kuşakta fakir tohum yılları peş peşe birbirlerini izleyebilmektedir.

X No lu deneme alanının temsil ettiği orta kuşakta (830 m) ise iki zengin bir orta tohum yılı oluşmuştur. Bu kuşakta 2-3 yılda bir zengin tohum yılının oluşabileceği ortaya çıkmaktadır. Zengin tohum yılını orta tohum yılı izleyebilmektedir.

Araştırma sonuçları, gençleştirme çalışmalarında kapalılığın özenle belirlenmesi, tohumlama kesiminde gençliğe gerekli ışığın sağlanması yanında, kapalılığın fazla düşürülmemesi gerektiğini ortaya koymuştur. Tepelerin serbest duruma gelmesi tohum verimini artırmaktadır, ancak hektardaki ağa sayısının aşırı azaltılması, bireysel tohum verimini artırsa dahi, birim alana düşen tohum miktarını azaltmaktadır. Özellikle bol tohum yıllarının daha seyrek olduğu yüksek basamakta, bu konu daha büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, tohum meşcerelerine tohum verimini artırmak amacıyla uygulanacak silvikültürel işlemlerde de aşırı müdahalelerden kaçınılması gerekir.

Gençleştirme çalışmalarında tohumlama kesimi için bol tohum yıllarının dikkatle saptanması gerekir. Ayrıca, örnek ağaçlarda yapılacak kozalak sayılarıyla, yapılacak tohum takviyesinin belirlenmesine özen gösterilmelidir. Tohum takviyesi için tohumlama kesiminden önce, yöre ormanlarında uygun bakı ve yükseltideki üstün nitelikli popülasyonlardan yeterli miktarda tohum sağlanmış olmalıdır.

**SEED CROP AND ITS VARIATION OF *Pinus Nigra* subsp.
pallasiana IN DURSUNBEY-ALAÇAM LOCALITY**

**Prof. Dr. Melih BOYDAK
Y. Doç. Dr. Adil ÇALIŞKAN
Prof. Dr. H. Ferhat BOZKUŞ**

Abstract

In this study quantity and quality variations of *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* according to the years, elevational belts, age categories and silvicultural treatments together with its annual periodical dispersal at Dursunbey-Alaçam between the years of 1972-1978 were investigated.

Eleven sample plots from two different elevational belt and three age categories were chosen. Moderate and intensive silvicultural treatments were applied to two of the three sample plots of each age category (55-65; 120-130; 140-150) at upper belt (1430-1510 m) which were in the first or near the upper limit of second site classes. In this belt another sample plot of fourth site class in 140-150 age category, and at middle belt (830) a sample plot in first site class and 55-65 age category were also chosen. 25 seed traps were systematically placed with 10 m intervals in each sample plot (50x50 m). Seed traps were emptied 5 times a year. In this way the annual periodical rhythm of seed dispersal was followed. Moreover, by counting of full and empty seeds the seed quality was determined.

According to the findings it could be possible to expres that good seed years may occure in 4-5 years and 2-3 years intervals at upper and middle belts, respectively. At upper belt (1430-1510 m) minimum seed crop was obtained at 55-65 age category, while seed crops of 120-130 and 140-150 age categories were altered as maximum or medium according to the years. Seed crop of middle belt (830 m) was maximum in all years of investigation. Except two years, in general, the lowest quantity seed crop was recorded at

sample plot of fourth site class in upper belt without good and medium seed years. Seed productivity of all populations, in general, showed the same pattern from year to year. As total average the maximum seed shedding occurred in April (37%). This is followed by January-February period (36%), May (19%), June (6%) and July-December period (3%). The percentage of empty seed was 29% as the total average of all sample plots and all years. The average empty seed percentage was the lowest (19%) at the middle belt and the highest (45%) in the sample plot of the fourth site class at the higher belt. In good seed years, in general, the lowest empty seed percentages were recorded. The lowest empty seed percentage was obtained at 55-65 age category (26%), while the values were nearly equal at the 120-130 (35%) and the 140-150 (34%) age categories. The research results suggest that in all years (1972-1975) and in all sample plots, in general the average empty seeds percentages were lower at good seed years.

SUMMARY

The study area

Pinus nigra Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe occupies the second most extensive areas in Turkey after Calabrian pine (Turkish red pine) among the pine species. It has also nearly the most share in the plantation activities of the country. The Dursunbey-Alaçam region where the study area was located is at the transition zone among the Aegean, Marmara and Inner Anatolia regions comprises the splanid forests of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*. Dursunbey-Alaçam region is between the 39° 19' -39° 45' N latitude and 28° 16' -29° 00' E longitude.

According to the Köppen classification the study area is at the transition zones of Csa and Csb climatic types.

In this region the geological formation is a massive of crystalline schist which has volcanic origin. Parent materials are, in general, mica schist and gneiss forming soils have with good drainage characteristics. In addition to these, serpentine parent material covers large areas at Gölcük locality of the region. Deep and very deep soils covers most of the area. Besides *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* some of the woody species which grow in the region are *Fagus orientalis*, *Pinus brutia*, *Quercus cerris*, *Q. frainetto*, *Juniperus oxycedrus*, *J. excelsa*, in moist habitat and stream banks (*Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa*, *Platanus orientalis*), *Corylus avellana*, *Crateagus sp.*, *Cornus mas*, *Phyllirea media*, *Mespulus germanica*, *Cistus laurifolius*, *Erica arborea*, *Spartium junceum*, *Rubus ideus*.

Material and Method

Eleven sample plots from two different elevational and three age categories were chosen. Of these ten populations were at upper belt (1430-1510 m) while the other one at middle belt. At upper belt four populations (I, II, III, IV) were in first site class while the five populations (IV, V, VI, VII, VIII) in the upper limit of second site class. These populations represent three age categories (55-65; 120-130; 140-150). At this belt another population (XI) of fourth site class (in 140-150 age category, and at middle belt (830 m) a young population (in 55-65 age

category) of first class (X) were also chosen. Moderate and intensive silvicultural treatments were applied to two of the three sample plots of each age category at upper belt (1430-1510 m).

Volume parameters were calculated by means of computer from the field measurements (age, dbh, height and crown coverage) according to the related growth and yield tables. The general information concerning sample plots (exposure, elevation, slope, age, site class, top height and other data related to stand characteristics before and after silvicultural treatments) were gathered in Table "1".

Each sample plot had an area of 0,25 ha (50x50 m). As the neighbouring trees possibly and effectively sent seeds to the seed traps an effective average area a sample plot was considered 1-1,5 hectares together with these surrounding bands. 25 seed traps were systematically placed with 10 m intervals in each sample plot. Every seed trap had a surface area of 1/10 sqm. Seed traps were emptied 5 times a year (at the end of March, April, May, June, December). In this way the annual periodical rhythm of seed dispersal was followed. In some years and sample plots the seed traps couldn't be emptied at the planned time, and the results were given as the sum of these two periods (Table 5).

Results

At upper belt (1430-1510 m) the average minimum and maximum numbers of seeds per sqm were between 71 (I) - 240 (VII), 1 (V) - 21 (VIII), 8 (I and III) - 45 (VI), 4 (II) - 78 (VI), 15 (V) - 52 (II), 15 (I and II) - 57 (VI) in the years of 1972, 1973, 1974, 1975, 1977 and 1978, respectively (Tables 2,3). According to the finding at upper belt one good and five poor seed years occurred. Considering other research results, the year of 1976 which measurements couldn't be made may be accepted as medium or good seed year. This we may assume that good seed years may occur in 4-5 years at upper belt.

At the population (X) of middle belt (830 m) average numbers of seeds per sqm were 339, 135, 47, 186, 39 and 62 in the years of 1972, 1973, 1974, 1975, 1977 and 1978, respectively. Thus at the middle belt two good (1972, 1975), one medium (1973) and three poor (1974, 1977, 1978) seed years were occurred which indicate that good seed years may happen in 2-3 years time.

Seed productivity of all populations, in general, showed the same pattern from year to year.

According to the findings at upper belt, between 1972-1975 which measurements were made in all sample plots, the total average seed crop was maximum at the 120-130 age category (66 seeds per sqm) (Table 4). This is followed by the 140-150 age category (64 seeds per sqm) which is nearly equal to the value of the 120-130 age category. Two years (1972-1973) average seed crops were higher at the 140-150 age category while other two years (1974-1975) at the 120-130 age category. The total average seed crop was the lowest (33 seeds per sqm) at the 55-65 age category.

The most abundant seed crop was obtained for the population of the 55-65 age category (X) of middle elevation (830 m) in each year (many times higher than all the age categories of upper belt) during the investigation period (Table 2,3).

The effect of the silvicultural treatment on the seed crop of upper belt, in general, was not clear. This was due to the severely decreased crown coverage of populations by silvicultural treatments (Table 1). This finding suggest that during the seed cutting and also silvicultural

treatments to seed stands one must act prudently considering the actual crown coverage of the populations.

As total average the maximum seed shadding occurred in April (37 %). This is followed by January-February period (36 %) which is nearly equal, May (19 %), June (6 %) and July-December period (3 %). Excluding casual seed dispersal in two years, seed shedding in July-December period varied between 0-1 % (Table 5).

At the upper belt (1430-1510) as average of all sample plots the empty seeds percentages were 30 %, 50 %, 38 %, 43 %, 15 % and 18 % in the years of 1972, 1973, 1974, 1975, 1977 and 1978, respectively (Table 2). On the other hand as the average of the years, the minimum and maximum empty seed percentages were 21 % (III) and 37 % (VIII) at the sample plots of upper belt.

The percentage of average empty seed was the lowest (19 %) at the population (X) of middle belt (830 m) and the highest (45 %) at the sample plot (XI) of fourth site class in the higher elevation (1430 m). In general, the lowest empty seed percentages were recorded in good seed years (Table 2). The percentage of empty seed was 29 % as the total average of all sample plots and all years.

According to findings at upper belt, between 1972-1975 which measurements were made in all sample plots, the lowest empty seed percentage was recorded at the age category of 55-65 (26 %) (Table 4). The average empty seed percentages were nearly equal at 140-150 (34 %) and 120-130 (35 %) age categories. The research results suggest that in all years (1972-1975) and in all sample plots, in general, the average empty seed percentages were lower at good seed years.

KAYNAKLAR

- AKMAN, Y., 1990: İklim ve Biyoiklim. Palme Yayınları Mühendislik Seri No: 1, Ankara.
- ALPTEKİN, C.Ü., 1986: Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) nın Coğrafik Varyasyonları.
- ANON., 1997: Orman Envanteri. O.G.M. tarafından yayınlanmıştır.
- ANON., 2001: Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormançılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ağaçlandırma Bölümü, D.P.T, Ankara.
- ATAY, İ., 1954: Karaçam'ın (*Pinus nigra* var. *pallasiana*) Tohumu Üzerine Araştırmalar (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- ATAY, İ., 1959: Karaçam (*Pinus nigra* var. *pallasiana*) Tohumu Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt IX, Sayı 1, Sayfa 1-48, İstanbul.
- BOYDAK, M., 1975: Eskişehir-Çatacık Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) in Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Cilt XXV, Sayı 1, S. 159-240 (Doktora tezi özeti), İstanbul.

BOYDAK, M., 1977: Eskişehir-Çatacak Mıntıkası Ormanlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ın Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 2325/230, 193 Sayfa, İstanbul.

BOYDAK, M., 1996: Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Ekolojisi Silvikültürü ve Doğal Ormanlarının Korunması. Orman Bakanlığı, Yayın Dairesi Başkanlığı. No: 012, 77 S. Ankara.

CHATUPKA, W. and GIERTYCH, M., 1973: Seed years in *Picea abies* (L.) Karst. Arboretum Kornickie Rocznik XVIII, Nadbitka, S. 183-186. -nr. Poznan.

ÇALIKOĞLU, M., 2002: Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) orijinlerinin kuraklık stresine karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi (Basılmamış doktora tezi), İstanbul.

ERİNÇ, S., 1984: Klimatoloji ve Metodları. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 3278/2, 540 Sayfa, İstanbul.

ERUZ, E., 1984: Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3244/368, 72 Sayfa, İstanbul.

FLOWELLS, H.A. and SCHUBERT, G.H., 1956: Seed crops of forest trees in the pine region of Colifornia. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 1150., USA.

FLORENCE, R.G. and McWILLIAM J.R., 1956: The influence of spacing on seed production. Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Band 5, S. 97-102. Almanya.

GÜLEN, İ., 1959: Karaçam Hacım Tablosu. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, İstanbul.

HEIKINHEIMO, O., 1948 : Metsäpuuiden siementamiskyvystä, III. "On the seeding capacity of forest trees III" (İngilizce özetten faydalanılmıştır). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, No 35. - Helsinki.

KALIPSIZ, A. 1963: Türkiye Karaçam Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. O.G.M. Yayını, Ankara.

KALIPSIZ, A., 1984: Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 354, İstanbul.

KARADAĞ, M., 1999: Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar. T.C. Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 4, 226 Sayfa, Bolu.

MATHEWS, J.D., 1967a: Orman ağaçlarının tohum verimini etkileyen faktörler (Çeviren: Beşkök, T.E.). Orman Mühendisliği, Sayı 11, S. 12-18, Ankara.

MATTHEWS, J.D., 1967b: Orman ağaçlarının tohum verimini etkileyen faktörler (Çeviren: Beşkök, T.E.). Orman Mühendisliği, Sayı 12, S. 14-21, Ankara.

MOROSOW, G.F., 1928: Die Lehre vom Walde (Çeviri, Ruoff, S., Ruoff, H. ve Buchholz). Verlag von J. Neumann-Neudamm.

ODABAŞI, T., 1990: Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) nin Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar. O.G.M. Eğitim Dairesi Başkanlığı Yayını, 133 Sayfa, Ankara.

- ÖZALP, G., ÇALIŞKAN, A., KARADAĞ, M., 1999: Karabük-Büyükdüz Araştırma Ormanında Sarıçam-Gökmar-Kayın Karışık Meşcerelerinde Türlerin Tohum Verimi ve Çimlenme Araştırmaları. Batı Karadeniz Ormancılık Araş. Enst. Müdürlüğü, Sayı 2, Bolu,
- PAMAY, B., 1960: Dursunbey Alaçam Orman Mıntıkasındaki Yangın Sahalarının Ağaçlandırılması İmkânları ve Buna Ait Denemeler. T.C. Ziraat Vekâleti, O.U.M. Yayınlarından Sıra No: 321, Seri No. 29, 217 Sayfa, İstanbul.
- PAMAY, B., 1962: Türkiye'de Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ın Tabii Gençleşmesi imkânları Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı O.G.M. Sıra No: 337, Seri No: 31, 196 Sayfa, İstanbul.
- SAATÇIOĞLU, F., 1970 : Belgrad Ormanında Kayının (*Fagus orientalis* Lipsky) Büyük Maktalı Siper Metodu ile Tabii Olarak Gençleştirilmesi Üzerine Yapılan Deney ve Araştırmaların On Yıllık (1959-1969) Sonuçları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XX, Sayı 2, S.1-67, İstanbul.
- SARVAS, R., 1962: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, No. 53, Helsinki.
- SARVAS, R., 1970: Investigation on the flowering and seed crop of *Picea abies* Communicationes Intituti Forestalis Fenniae, No. 67. -Helsinki.
- SEVİM, M., 1954: Alaçam (Dursunbey) Ormanlarında Ekolojik ve Pedolojik Araştırmalar. T.C. Tarım Vekaleti, O.U.M. Yayınlarından No: 131/2, 63 Sayfa, İstanbul.
- SUN, O., EREN, E., ORPAK, M., 1977: Temel Ağaç Türlerimizden Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Ormanlarının Saptanması. TUBİTAK TOAG-288 Nolu Proje, Gebze.
- ŞEFİK, Y., 1964 : Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No. 420/41. -İstanbul.
- TOSUN, S., 1992: Bolu Yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar. Orm. Araş. Ens. Yayınları, Teknik Bülten No: 232, 75 Sayfa, Ankara.
- ÜRGENÇ, S., 1967a: Türkiye'de Çam Türlerinde Tohum Tedarikine Esas Teşkil Eden Problemlere Ait Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı O.G.M Yayınlarından No: 468/44, 192 Sayfa, İstanbul.
- ÜRGENÇ, S., 1967b: Türkiye'de Orman Ağaçlarının İslahında İlk Merhale "Tohum Meşcereleri". İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XVII, Sayı 2, S. 130-143, İstanbul.
- ÜRGENÇ, S., 1977: Antalya Yöresi Alçak ve Yüksek Kademe Kızılcım ormanlarında Tohum Veriminin Değişmesi (5 yıllık Araştırma Sonuçları). İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 27, Sayı 2, Sayfa 80-114, İstanbul.
- ÜRGENÇ, S., BOYDAK, M., ÖZDEMİR, T., CEYLAN, B. ve ELER, Ü., 1989: Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Aralama ve Hazırlama Kesimlerinin Tepe Gelişimi ve Tohum Hasılatına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Orm. Araş. Ens. Yayınları, Teknik Bülten No: 210, 69 Sayfa, Ankara.
- YEŞİL, A. ve ATİK, C., 1995: Orman Exe: Örnek Alan Değerlendirme Programı. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi Seri A, Cilt 45, Sayı 1, İstanbul.

İKİZDERE YÖRESİNDE KOLLER K300 ORMAN HAVA HATTININ VERİM AÇISINDAN İNCELENMESİ

Doç. Dr. H. Hulusi ACAR¹⁾
Y. Doç. Dr. Necmettin ŞENTÜRK²⁾
Ar. Gör. Özgür TOPALAK¹⁾
Ar. Gör. Tolga ÖZTÜRK²⁾

Kısa Özet

Ülkemizde orman alanlarının yüksek ve çok eğimli dağlık arazide yer alması, bölmeden çıkarma problemini daha da güçleştirmektedir. Bölmeden çıkarma aşamasında izlenecek olan yanlış bir yol, bölmeden çıkarmanın daha fazla güç, para ve zaman harcanarak yapılmasının yanı sıra daha az miktarda ve kalitede odun ürününün elde edilmesine ve ayrıca gençlik ve orman toprağı üzerinde bir takım zararlara neden olacaktır.

Bu çalışma, İkizdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki dağlık arazide Koller K300 kısa mesafeli vinçli hava hattı ile bölmeden çıkarma çalışmalarının yapılması sırasında gerçekleştirilmiştir.

Koller K300 ile ortalama verim 180 metre mesafe için %40 eğimde ibrelilerde 5.490 m³/saat olarak bulunmuştur. Her seferde taşman ürün hacmi ise ortalama 0.811 m³/sefer olarak tespit edilmiştir. Toplam sefer süresi içerisinde yükleme süresinin önemli yer tuttuğı ve bu miktarın %46.07 olduğu belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Doğal ve yapay gençleştirme ile yetiştirilen ormanların işletmeye açılabilmesi ve elde edilen ürünlerin insanlığın hizmetine sunulabilmesi için uzun yıllar beklenilmektedir. Odun ürününe olan ihtiyacın her geçen gün arttığı aksine orman alanlarının azaldığı ülkemizde, odun

¹⁾ K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

hammadesinin kendisine ve çevresine zarar vermeden, veya minimum bir zararla bölmeden çıkarılarak ve depolara taşınması zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle transport sırasında kalite ve miktar açısından ortaya çıkan kayıpların en aza indirilmesi çok önemlidir.

Dağlık arazideki ormanların işletmeye açılabilmesi için gerekli olan orman yollarının yapımının zor ve pahalı olması yanında, bu gibi alanlardaki ormanlardan üretilen ürünün bölmeden çıkarılması sırasında gerekli olacak kısa veya uzun mesafeli hava hatlarının temin edilmesi ekonomik olanaklara bağlı iken, sözkonusu makinaların kurulması ve çalıştırılması da bir takım teknik bilgi ve beceri gerektirmektedir. Bu nedenle, bu makinaların verimli bir şekilde çalıştırılabilmesi için, gerekli olan teknik elemanların yetiştirilmesi zorunludur. Öte yandan, dağlık alanlardaki ormanlardan üretilen ürünün hava hatları kullanılmadan bölmeden çıkarılması; gençlik ve ormanda kalan ağaçlar üzerinde oluşabilecek zararların daha fazla olmasına; ayrıca sürütme sırasında toprak erozyonuna zemin hazırlanmasına ve iş kazalarına daha sık rastlanmasına neden olmaktadır. Bu gibi alanlarda topografik engellerin yanı sıra olumsuz klimatolojik faktörlerde iş düzeninin bozulmasına ve iş akışının sık sık kesilmesine sebep olmaktadır.

Doğu Karadeniz yöresindeki orman alanlarının çoğunlukla yüksek ve çok eğimli dağlık arazide yer alması, bölmeden çıkarma problemini daha da güçleştirmektedir. Bölmeden çıkarma aşamasında izlenecek olan yanlış bir yol, bölmeden çıkarmanın daha fazla güç, para ve zaman harcanarak, daha az miktarda ve kalitede odun hammaddesinin elde edilmesine, gençlik ve orman toprağının daha fazla zarar görmesine neden olacaktır.

Bu nedenle dik yamaçlardaki orman ürünlerinin bölmeden çıkarılmasında, dikili ağaçlarda ve orman toprağında büyük zararlar ortaya çıkaran elle kaydırma metodu yerine, aşağı ve yukarı doğru nakliyatı kolaylıkla gerçekleştirebilen ve bu amaç için son derece başarı ile kullanılabilen kısa ve orta mesafeli vinçli hava hatlarının kullanılması gereklidir. Çünkü, dünyada ve ülkemizde odun ürününün en küçük kısmının dahi kayıp edilmeden taşınması ve kullanılması zorunludur.

Bu çalışma İkizdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki dağlık arazide bulunan ormanlardan üretilmiş olan odun ürününün, Koller K300 vinçli orman hava hattı ile bölmeden çıkarma çalışmalarının teknik açıdan incelenmesi üzerine gerçekleştirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizde ormancılık çalışmaları genellikle insan gücü ile gerçekleştirilmekte olup mekanizasyon oranı, gelişmiş ülkelere göre daha düşüktür. Ülkemizde gerek doğal koşullar, gerekse iş gücünün gereksiniminin üstünde bulunması nedeni ile insan gücünden mümkün olduğu kadar çok yararlanılmaktadır (ACAR/ERDAŞ 1992).

Uzun yıllardan sonra kesim çağına ulaşan orman ağacının, hacim ve kalitesinden hiç bir şey kaybetmeden ve aynı zamanda çevresindeki diğer ağaçlara, gençliğe, orman toprağına vs. zarar vermeden kesim yerinden alınıp orman yolu kenarında uzak (ana) nakliyata hazır hale getirilmesi önemlidir. Bu aşamada mekanizasyona atılacak her adımla işgücü, kayıpları önlenecek, bölmeden çıkarma giderleri azalacak, doğal denge ve orman toprağı korunmuş olacak, diğer yandan daha kaliteli ve daha fazla miktarda ürün elde edilmiş olacaktır (YILDIRIM 1979).

Yapılan çalışmalar tomrukların sürütülerek bir yerde toplanmasını, toplam üretim maliyetinin %25-50'sini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç ise odun hammaddesi üretim tekniğinin yanında sürütme tekniğinin ve diğer işlerin sistemli bir şekilde ele alınması gereğini ortaya koymaktadır (ERDAŞ 1986).

Bölmeden çıkarma sırasında hayvan gücü ve yer yer insan gücü, hatta traktörler dağlık arazide yetersiz veya etkisiz kalabilmektedir. Dağlık arazi ormanlarındaki bölmeden çıkarma çalışmalarında çoğunlukla tek veya çift tamburlu traktör vinçleri ile tomrukların doğrudan doğruya zemin üzerinde sürütülerek çekilmesi şekli uygulanmakta yahut da kısa mesafeli vinçli hava hatlarından yararlanılmaktadır (SEÇKİN 1983).

Kablo hat tesisi büyük ölçüde yol şebekesi, tomruk indirme ve istif yeri imkanları, taşıyıcı tel halat ucunun tespiti ile araç üzerindeki katlanabilir, teleskopik direğin gerilmesi imkanları, mobil vinçli hava hattının konuşlandırılacağı yer, arazinin ve yüzeyinin durumu ile arazinin profiline göre gerçekleştirilmektedir (BAYOĞLU 1996).

Aykut (1985) tarafından yapılan bir araştırmada; iniş aşağı taşımadaki günlük verim, yokuş yukarı yapılan taşımaya nazaran daha düşük olmaktadır. Ayrıca bir seferde taşınan ortalama yük hacmi ne kadar fazla olursa verim de o derece fazla olacağı belirtilmiştir.

Aralama kesimlerinde yol yetersizliğinden dolayı ülkemizde ekonomik olmayan bölmeden çıkarma işini ekonomik yönden çok uygun olan Koller K300 hava hattı ile gerçekleştirebilmek ve bu amaçla problemleri, gerekli koşulları ve verimi ortaya koyabilmek için Türkiye'de ve Avrupa'da bazı denemeler yapılmaktadır (ERDAŞ 1989).

Bulancak, Artvin, Giresun, Borçka ve Ordu Devlet Orman İşletmelerinin değişik bölgelerinde Koller K300 hava hattı kullanılarak yapılan bölmeden çıkarma çalışmalarında, ortalama taşıma mesafesi 250 m olmak üzere ibrelili ağaçlar için verim 3.914 m³/saat, yapraklı ağaçlar için verim 2.710 m³/saat olarak bulunmuştur (ACAR 1997).

İtalya'da Koller K300 hava hattının kullanımıyla ortalama eğim %80'i aşan yerlerde ve 1 ha'dan daha büyük alanlarda çalışılmış ve verim 53 m³/gün olarak bulunmuştur. Ayrıca, hava hattı kullanımı ile ortaya çıkan zararların, diğer yöntemlerin kullanılmasıyla ortaya çıkan zararlardan daha az olduğu da ayrıca belirtilmiştir (POLLİNİ 1989).

Bayoğlu bir çalışmasında, kısa mesafeli vinçli hava hatlarının dağlık arazide bir yolun varlığı halinde ormanları 400 (500) m'ye kadar güzergah uzunlukları ile işletmeye açabileceğini, bunun da dağlık arazi için genellikle kabul edilen 20 m/ha'lık bir yol yoğunluğunu ifade ettiğini belirtmiştir (BAYOĞLU 1988).

Hochrein ve Kellogg (1988) tarafından yapılan bir araştırmada; ortalama 30 m. boydaki ağaçların bulunduğu dik eğimli alanlardaki orman ürünlerinin bölmeden çıkarılmasında, 300 m'den daha az uzunlukta kurulmuş kısa mesafeli vinçli hava hatlarının kullanılmasının ve az sayıda işçiden oluşan ekiplerle çalışmasının ekonomik olacağı belirtilmiştir. Ayrıca, Koller K300 hava hattının hem zayıf aralamanın (180 ağaç/ha.) hem de kuvvetli aralamanın (285 ağaç/ha) yapıldığı yerlerde kullanımının avantajlı olacağı da vurgulanmış ve kısa mesafeli vinçli orman hava hatlarında hattın eğiminin ve vagonun yüksekliğinin tomruk taşımada önemli olduğu, hava hattı kurulmasında hafif eğimli yerlerden ve diri örtünün yoğun olduğu alanlardan sakınılması ile taşıyıcı kablunun 15 m'den yüksek olmasına ve aşırı sarkma göstermemesine dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesi şartlarında, vinçli orman hava hatlarıyla yapılacak bölmeden çıkarma işlerinde yıllık; Urus MIII'de 327 ve Koller K300'de 414 saatlik bir minimum çalışma süresinin (MCS) gerekeceği ve ancak bu çalışma saatleri üzerinde çalıştırılan araçların gerçekte verimli çalışmış olacağı ortaya çıkarılmıştır (BAYOĞLU ve diğerleri 1996).

Bölmeden çıkarma, kısa mesafelerde ve ağacın kesildiği noktadan büyük çoğunlukla orman yollarından oluşan ana transport tesislerine kadarki taşımayı ifade etmektedir. Bu, ge-

nelde geniş bir alana dağılmış bulunan odunun güç taşıma şartlarında bir araya toplanmasını gerektirdiği için, üretim çalışmalarında en masraflı safhayı teşkil etmektedir. Dolayısıyla da bölmeden çıkarma safhasında gerçekleştirilecek rasyonalizasyon tedbirleri üretim masrafları üzerinde büyük ölçüde etkili olabildiği halde, aynı şeyi ana nakliyat için ifade etmek mümkün değildir (Bayoğlu 1985).

Dağlık ve sarp arazili ormanlarda kesim ve bölmeden çıkarma işlerinde uğranılan kayıplar üzerine yapılan bir araştırmada, bölmeden çıkarma işlerinde %15-17 oranında hacim ve %10 oranında kalite kayıplarının olduğu ortaya konulmuştur (GÜRTAN 1975).

Yapılan çalışmalar, tomrukların sürütülerek bir yerde toplanmasının maliyeti, toplam üretim maliyetinin %25-50'sini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Buna kabukların soyulması, dalların alınması, ölçme ve sınıflandırma gibi üretimdeki diğer önemli tali işlerin de yapılması ilave edilecek olursa bütün bu işler toplam üretim maliyetinin %70-80'ini oluşturmaktadır. Bu sonuç ise, odun ürününün üretim tekniğinin yanında, sürütme tekniğinin ve diğer işlerinde sistemli bir şekilde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (AYKUT ve diğerleri, 1997).

Bu çalışma ile, ülkemizin bazı bölgelerinde son yıllarda sıkça kullanılan Koller K300 mobil vinçli orman hava hattı ile, dağlık arazide bulunan ormanlardan üretilen orman ürünlerinin aşağıdan yukarıya doğru tamamen askıda yola çekilmesi sırasında ortaya çıkan verim değerlerinin belirlenmesi amaçlanmış ve hava hattının daha verimli bir şekilde çalıştırılması için, yapılması gerekli olan işlemler araştırılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, Rize ili, İkizdere İlçesi, İkizdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 489 nolu bölme içerisinde kurulmuş olan (Resim 1) Koller K300 mobil vinçli orman hava hattı ile bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında gerçekleştirilmiştir. Söz konusu Koller K300 orman hava hattının kuruluş mesafesi 180 m olup, taşıma mesafesi 160 metredir.



Şekil 1: İkizdere-Cimil yöresinde bölmeden çıkarma işlerinde kullanılan Koller K300 mobil orman hava

hattının görünüşü

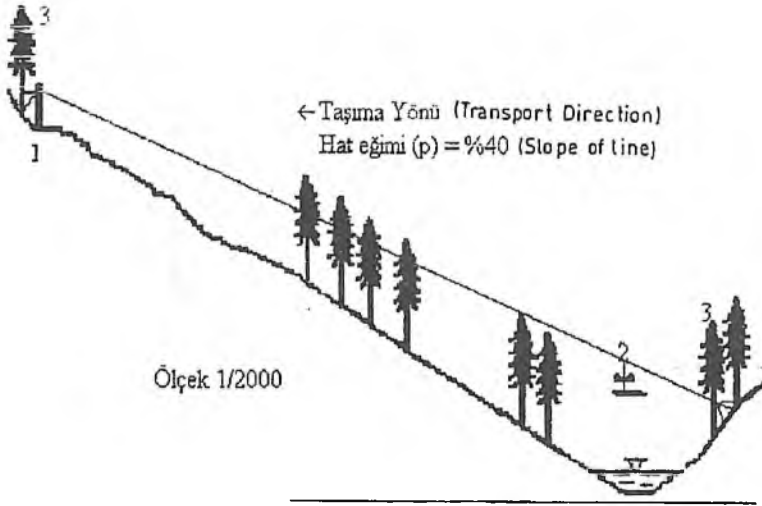
Figure1: Koller K300 mobile forest skyline that is used to extract from compartment in the region of

Arazi çalışmaları, İkizdere yöresi Cimil (Tirol) mevkiinde, 1998 yılı eylül ayında çığ düşmesi sonucu olağanüstü hal etası olarak üretilen ladin tomruklarının, Koller K300 vinçli orman hava hattı ile aşağıdan yukarıya doğru tamamen askıda olacak şekilde, orman yolu kenarına taşınması sırasında gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında; klizimetre, jalon, çelik şeritmetre, pusula, altimetre, dijital kronometre gibi yardımcı araçlar kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında, 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğrili haritalardan da yararlanılarak, hava hattı güzergah profilinin çizilebilmesi için gerekli ölçümler yapılmış ve pilon yerleri de tesbit edilerek 489 nolu bölme içerisinde kurulmuş olan Koller K300 vinçli orman hava hattının boyuna profili çizilmiştir (Şekil 1).

Koller K300 mobil orman hava hattı ile aşağıdan yukarıya doğru yapılan bölmeden çıkarma sırasında zaman ölçümleri (AYKUT 1972)'ye göre, sürekli (kümülatif) zaman ölçüm tekniğiyle ve tek kronometre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm zaman ölçümleri birbirinden çıkarılarak iş safhalarına ait gerçek zamanlar, toplam sefer zamanı ve diğer veriler ortaya çıkarılmıştır.

Hava hattı ile yapılan ölçmeler sırasında aşağı iniş süresi vagonun aşağı bırakılması ile başlayıp vagonun yükleme yerine varması ve kancanın sarkması ile son bulmakta, yukarı taşıma süresi ise yükleme yerinde kancanın ürüne bağlandıktan sonra ana kabloya çekilmesi ile başlatılmakta ve vagonun boşaltma yerine varması ile son bulmaktadır. Her sefer için zaman etütleri, taşıma ve yandan çekme mesafeleri, çap ve boy ölçümleri ile her defasında taşımanın ürünün adedi tespit edilmiştir.



- 1.Orman yolu ve Koller K300 hava hattı
Forest road and Koller K300 skyline
- 3.Dayanak ağaçları
The support trees

- 2.Vagon ve taşınan tomruklar
The carriage and the transported logs

Şekil 1: İkizdere-Cimil yöresinde Koller K300 Vinçli orman hava hattının boyuna profili
Figure 1: The longitudinal profile of Koller K300 forest skyline in Cimil site of İkizdere

Çalışma öncesinde zaman etütlerinin kaydedildiği bir etüt formu oluşturulmuştur. Bu etüt formuna taşınan ürünün cinsi, çapı, boyu, ortalama ürün hacmi (OÜH), adedi, taşıma mesafesi (TM) ve yandan çekme mesafesi (YÇM) ile vagonun aşağı iniş süresi (AIS), yükleme süresi (YS), yukarı taşıma süresi (YTS), boşaltma süresi (BS) ve boş bekleme zamanı ile diğer unsurlar kaydedilmiştir.

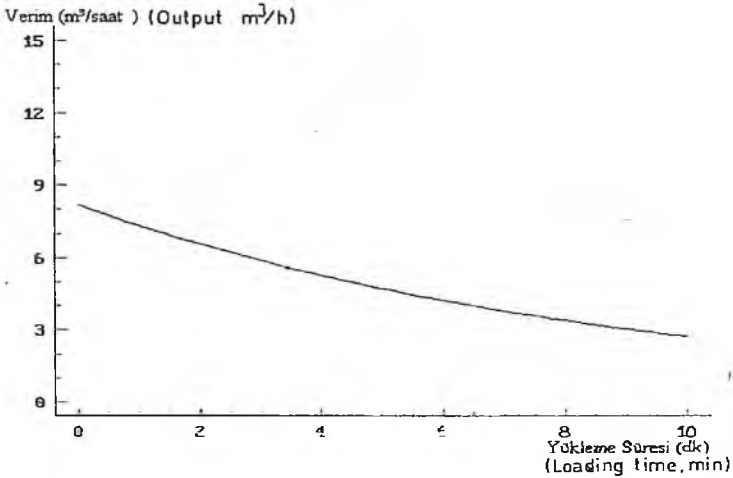
Ölçmelerde önce varyans analizi yapılarak ölçme sayılarının yeterli olup olmadığı belirlenmiştir. Tablo unsurları arasındaki ilişkiler öncelikle korelasyon matrisleri ile aranmıştır. Daha sonra %95 olasılıkla en uygun ikili ve çoğul regresyon denklemleri, en yüksek korelasyon kat sayısı ve en düşük hata yüzdesi olacak şekilde aranmıştır (KALIPSIZ 1981).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

İkizdere-Cimil yöresinde yapılan bu çalışma sırasında, Koller K300 kısa mesafeli vinçli orman hava hattı ile orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması sırasında toplam 41 sefer üzerinde zaman ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sırasında taşımaların aşağıdan yukarıya ve genelde 3 adet/sefer olarak gerçekleştiği görülmüştür. Korelasyon matrislerine göre; toplam süre dolayısıyla verim üzerine, başta taşınan ürün hacmi olmak üzere ürünün boyu ve yukarı taşıma süresinin etkili olduğu bulunmuştur. Yani, bir seferde taşınan ürün hacmi arttıkça verim de artmaktadır.

Koller K300 ile ortalama verim 180 metre mesafe için ibrelilerde 5.490 m³/saat olarak bulunmuştur. Ortalama taşınan ürün hacmi ise 0.811 m³/sefer olarak tespit edilmiştir.

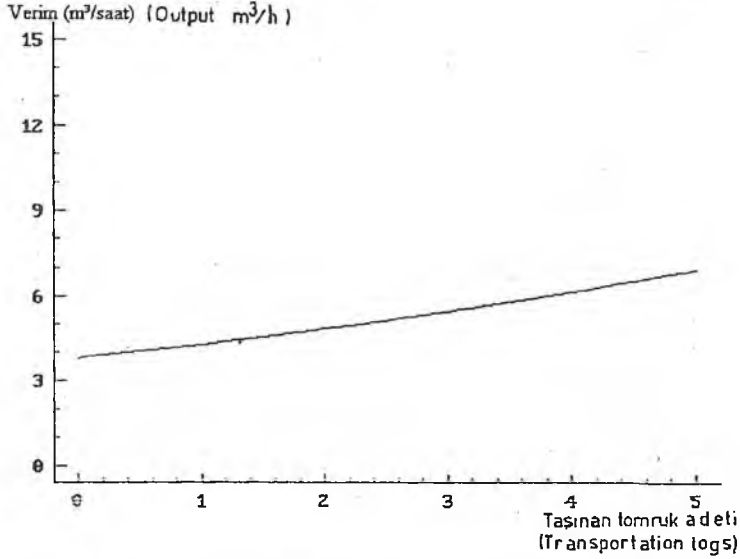
Yapılan regresyon analizi sonucu oluşturulan modelde verim ile hacim arasında aynı yönlü bir ilişkinin olduğu, yükleme süresi ve toplam süre ile de ters yönlü bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile, yükleme süresi dolayısıyla da toplam süre arttıkça verim düşmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Verim ile yükleme süresi arasındaki ilişki

Figure 2: The relation between output and loading time

Yükleme süresi ile bölmeden çıkarılacak ürünün hacmi ve boyu arasında aynı yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çünkü, tomruk boyunun dolayısıyla da hacminin artması ile yük-leme süresi artmaktadır. Yükleme süresi ile yandan çekme mesafesi arasında da aynı yönlü bir ilişkinin olduğu ayrıca tespit edilmiştir. Bu çalışma sırasında yapılan zaman etüdü sonuçlarından elde edilen verilere göre; yükleme için geçen zaman, taşımının yapılması için harcanan toplam sürenin %46.07'sini oluşturmaktadır. Yükü bağlama süresinin toplam zaman içerisinde oldukça önemli bir yer tutması parça sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak, bir seferde taşınan parça sayısının artması ile yapılan işin verimi de artmaktadır (Şekil 3).

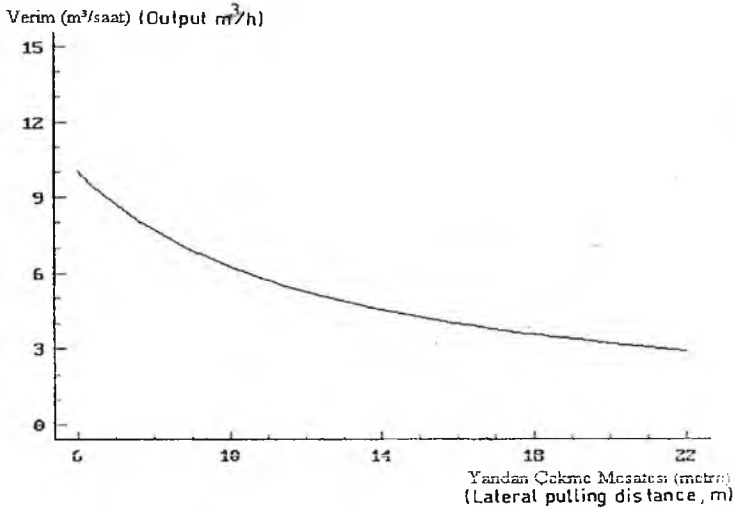


Şekil 3: Verim ile bir defada taşınan parça sayısı arasındaki ilişki

Figure 3: The relation between output and transported logs at one turn

Toplam süre, dolayısıyla verim ile taşınan ürün boyu arasında da bir ilişki bulunmak-tadır. Yani, taşınan ürünün boyu arttıkça toplam süre de artmaktadır.

Yandan çekme mesafesi ile verim arasında ters bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Yani, yandan çekme mesafesinin artması verimde bir azalmaya neden olmaktadır (Şekil 4). Yük-leme süresinin artması gibi, boşaltma süresinin de artması verimin azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 4: Verim ile yandan çekme mesafesi arasındaki ilişki

Figure 4: The relation between output and lateral pulling distance

Yapılan zaman ölçümlerine ve bunların ortalamalarına bakıldığında, aşağı iniş sürelerinde çok farklılıkların görülmediği ve ortalamadan fazla sapmalar olmadan belli değerler arasında bir değişim olduğu, ancak yüklü taşıma sürelerindeki değişikliğin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Çünkü yüklü taşıma süreleri daha çok makinenin gücüne, taşınan ürünün hacmine, ağırlığına ve hava hattının eğimine göre değişmektedir.

Bu çalışmada taşıma yapılan hava hattının eğimi %40 olup, başka eğim gruplarında çalışılmamıştır. Ancak başka bir yörede yapılmış olan bir çalışmaya göre, Koller K300'de hava hattı eğimi ve taşıma mesafesinin artması verimde de bir düşüşe neden olmaktadır (ACAR 1997).

İkizdere-Cimil Mevkiinde, Koller K300 ile yapılan bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında bir seferde taşınan parça sayısının genelde 3 olduğu ve bunların vagona bağlanması sırasında harcanan zaman diliminin 2 - 4 dakika arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın yapıldığı Cimil mevkiindeki 489 nolu bölmede kurulmuş olan Koller K300 kısa mesafeli vinçli orman hava hattının ortalama verimi (5,490 m³/sa) ile, Doğu Karadeniz Bölgesinde Koller K300 ile orman ürünlerinin bölmeden çıkarılması sırasında bulunan (ortalama 250 m mesafe için) 3.312 m³/saat (ACAR 1997) ile kıyaslanıldığında bu çalışmanın yapıldığı hava hattının daha verimli çalıştırılmış olduğu söylenebilir. Ancak, daha öncede ifade edildiği gibi, hava hattı güzergahının uzunluğu eğiminin az veya fazla oluşu, taşınan ürünün küçük veya büyük olması, yandan çekme mesafesinin az veya çok olması gibi faktörler, hava hattının veriminin artmasına veya azalmasına neden olduğu da unutulmamalıdır.

Korelasyon matrislerine ve %95 güven düzeyinde yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre verim bir seferde taşınan ürünün hacminden, toplam süreden ve yükleme süresinden etkilenmektedir. Yine toplam sürenin artması boş bekleme ve iş akış dilimlerinin uzamasından kaynaklanmakta bu da verimi düşürmektedir. İş akış dilimlerinin kısaltılabilmesi ve verimin artırılabilmesi için iyi bir iş organizasyonu gerekmektedir.

Koller K300 orman hava hattı vagonunun yerçekimi etkisi ile aşağı iniş süresini azaltması ve dolayısıyla verim üzerindeki artırıcı etkisi, yöredeki çalışma koşullarının ve arazi eğiminin hava hattının çalışması için uygun olduğu sonucunu doğurmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Koller K300 kısa mesafeli vinçli orman hava hattı ile iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen ürünün taşınmasındaki ortalama verim, 180 metre mesafede ve %40 eğimde, 5.490 m³/saat olarak bulunmuştur. Her seferde taşınan ürün hacmi ise ortalama 0.811 m³/sefer olarak tespit edilmiştir. Toplam sefer süresi içerisinde yükleme süresinin önemli yer tuttuğu ve bu miktarın %46.07 olduğu belirlenmiştir.

Koller K300 orman hava hattı ile yapılan bu çalışmada bulunan ortalama verim değeri ile, Doğu Karadeniz Bölgesinin değişik yerlerinde yapılmış olan çalışmalarda bulunmuş olan verim değerleri karşılaştırıldığında, sözkonusu hava hatlarının yöre için uygun bir bölmeden çıkarma aracı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlarla birlikte, bölmeden çıkarma çalışmalarında başarı ile kullanılan hava hatlarının daha verimli bir şekilde çalıştırılabilmeleri için aşağıdaki önerilerin de dikkate alınması gerekmektedir.

- Bölmeden çıkarma sırasında kesim düzeni ve devirme yönü belirlenmeli, önceden bir iş organizasyonu gerçekleştirilmelidir. Yıllık transport planları üretimden önce yapılmalı, hangi bölgede nasıl üretim çalışması yapılacağı ortaya konulmalıdır.

- Hava hatlarının kurulacağı yerde hattı belirlemek için ön etüt yapılmalı ve aralama kesimlerinin yapıldığı yerlerde ormana en az zararı verecek koridor açılmalıdır.

- Hava hattının kurulacağı bölgede dayanak ağaçları, kesim yapılmadan önce belirlenmelidir.

- Hava hattı ile bölmeden çıkarma sırasında kütüğün dibinde yapılacak işlemler (dallardan temizleme, tomruklama vb) bitirilmiş olmalı, bunlar için hava hattı bekletilmemelidir.

- Hava hattında verim üzerine etkili bulunan toplam sefer süresinin kısaltılabilmesi için yükleme ve boşaltma sırasındaki işçi sayısı artırılmalı ve deneyimli işçi çalıştırılmalıdır.

- Yörede düşük seviyede bulunan ortalama çalışma saati operatörler ve üretim işçileri açısından en az 8 saate çıkarılmalıdır. Bu amaçla karavan, el telsizi gibi ihtiyaçlar temin edilerek kamp düzeni oluşturulmalıdır.

- Makinenin verimli çalışması için çok sayıda çoker kullanılmalıdır. Bu şekilde yükleme süresi azaltılmış olur.

- Boşaltma istasyonunda, makinenin bulunduğu yer iyi seçilmeli, yığılan tomruklar ya makinenin çalışmasını engellemeyecek bir yerde depolanmalı ya da bir yükleyici bulundurularak emval hemen kamyonlara yüklenerek taşınmalıdır.

- Pahalı üretim makinelerini kullanan operatörlerin kadro ve ücret problemleri çözümlenmeli, üretimin olmadığı dönemlerde ise makine bakımları ile birlikte deneyimlerini artırıcı yönde kurslar düzenlenmelidir.

OUTPUT EVALUATION OF KOLLER K300 FOREST SKYLINE IN IKIZDERE REGION

Doç. Dr. H. Hulusi ACAR
Y. Doç. Dr. Necmettin ŞENTÜRK
Ar. Gör. Özgür TOPALAK
Ar. Gör. Tolga ÖZTÜRK

Abstract

Most of the forest lands lying on rugged mountainous areas create complex logging problems in Turkey. In the process of logging, a wrong way followed not only causes wasting of more power, money and time, but also obtaining less amount of wood material and damage forest soils.

In this study, logging operations done using Koller K 300 forest skyline in the mountainous land of İkizdere district were evaluated.

Average output measured with Koller K 300 was 5.490 m³/h for conifers at 180 m distance with 40% slope. Volume of transported material was 0.811 m³ at every turn. It was also found out that the loading time have an important place in total turn time and was 46.07 %.

Average working hour per machine, which was found low in the region, has to increase up to 8 hours at least for operators and workers.

1. INTRODUCTION

In our country, high and very rugged mountainous lands, create logging problems in forest areas. In the process of logging, a wrong way followed not only causes spending more power, money and time, but also obtaining less amount of wood material with poor quality and also damage to forest soils.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, logging operations done using Koller K300 forest skyline in the mountainous land of İkizdere district were evaluated in a technical way. The skylines were carried out from 180 m. distance by Koller K300 in İkizdere forest region.

The spruce logs had been transported up to by using URUS M III. During the transport, the time analysis, distances, diameter, length and log numbers had been established. The time analysis were carried out by using one chronometer and time was measured continuously.

3. RESULTS AND CONCLUSIONS

Average output measured with Koller K300 was 5.490 m³/h for conifers at 180 m distance with 40 % slope. Carriage output volume was 0.811 m³ for each turn. It was also found out that the loading time have an important place in total turn time and it was about 46.07 %.

Average working hour per machine which was found low in the region, has to increase up to 8 hours at least for operators and workers. Many choker must be used for a productivity operation. In the compartment where skyline was constructed the resistant trees must be selected before cutting operations.

KAYNAKLAR

ACAR, H.H.; ERDAŞ, O., 1992: Artvin Yöresinde Uzun Mesafeli Vinçli Hava Hattı ile Orman Yolları Alternatiflerinin Bölmeden Çıkarma Açısından Kıyaslanması. Tübitak Doğa Dergisi, 16, 549-558s., 1992.

ACAR, H.H., 1997: Dağlık Arazide Kısa Mesafeli Mobil Orman Hava Hatları İle Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının İncelenmesi. Tübitak Doğa Dergisi, 21, 2, 195-200, 1997.

AYKUT, T., 1972: Bolu Mintikasında Orman Nakliyatının Nakliyat Tekniği Bakımından Araştırılması. İ.Ü.O.F. yayın No: 1752/190, 252s., 1972.

AYKUT, T., 1985: Orman Ürünlerinin Taşınmasında Mekanizasyon ve Verimler. MPM Yayın No: 339, 130-158, 8-12 Temmuz, Bolu, 1985.

AYKUT, T.; ACAR, H.H.; ŞENTÜRK, N., 1997: Artvin Yöresinde Bölmeden Çıkarmada Kullanılan Koller K300, MIII Urus ve Gantner Tipi Hava Hatlarının Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 47, Sayı 1-2, s.29-58, İstanbul.

BAYOĞLU, S., 1985: Ormancılıkta Mekanizasyon ve Gelişmesi. Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği I. Ulusal Sempozyumu. MPM Yayın No.339, s.38-67, 8-12 Temmuz 1985, Bolu.

BAYOĞLU, S., 1988: Üretim Mekanizasyonu Metotları ile Orman Yol Şebekesi İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 38, Sayı 3, 56-63, 1988.

BAYOĞLU, S., 1996: Orman Nakliyatının Planlanması, İ.Ü. Yayın No: 3941, İstanbul, 1996.

BAYOĞLU, S.; ACAR, H.H.; ŞENTÜRK, N., 1996: Dağlık Arazide Bölmeden Çıkarma Araçlarının Maliyet Analizi ve Minimum Çalışma Süresinin Araştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 1-2, s.45-55, İstanbul.

ERDAŞ, O., 1986: Odun Hammaddesi Üretimi, Bölmeden Çıkarma ve Taşıma Safhalarında Sistem Seçimi. K.T.Ü. O.F. Dergisi, Cilt 9, Sayı 1-2, 91-113 s., 1986.

ERDAŞ, O., 1989: Orman Hava Hatları ve Özellikle Koller K 300 Kısa Mesafeli Orman Hava Hatı ile Orman Ürünlerinin Bölmeden Çıkarılması Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK Doğa Dergisi, 13, 2, 216-227, 1989.

HOCHREIN, P.H.; KELLOG, L.D., 1988: Production and Cost Comparison for Three Skyline Thinning of Applied Forestry. Western Journal of Applied Forestry, 3, 4, 120-123, 1988.

GÜRTAN, H., 1975: Dağlık ve Sarp Arazili Ormanlarda Kesim ve Bölmeden Çıkarma İşlerinde Uğranılan Kayıpların Saptanması ve Bu İşlerin Rasyonalizasyonu Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK Yayın No.250, KOAG, Seri No.38, s.85, Ankara,

KALIPSIZ, A., 1981: İstatistik Yöntemler, İ.Ü.O.F. Yayın No: 3522/394, İstanbul 558s., 1981.

POLLINI, C., LEONELLI, G., GIOS, G., OLIVARI, M., 1989: Introduzione Di Razionali Tecnologie Nelle Utilizzazioni Forestali: Prove Di Esbosco Con Una Gru A Cavo A Stazione Motrice Mobile, CNDR, ITL, San Michelle All'adige, Trento, 1989.

SEÇKİN, Ö.B., 1983: Türkiye'de Bölmeden Çıkarma İşlerinin Mekanizasyonu Çalışmaları. İ.Ü.O.F. Dergisi, Seri B, Cilt 33, Sayı 1, 1983.

YILDIRIM, M., 1979: Orman İşlerinde Zaman Kavramı ve Zaman Etüdü Metotları, İ.Ü.O.F. Dergisi, 29, 2, 133-152s., 1979.

NaClO₂ DELİGNİFİKASYONUNDA SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN ETKİSİ

Doç. Dr. Mualla BALABAN¹⁾

Kısa Özet

Seçilen bir yapraklı ve bir iğne yapraklı ağaç odunu, delignifikasyon sırasında sıcaklıktaki küçük değişimlerin etkisini görebilmek için standart kabul edilen 70°C'den biraz farklı sıcaklıklarda NaClO₂ çözeltisi ile delignifiye edilmiş, elde edilen holoselülozlarda çözünür lignin, kalıntı lignin, karboksil grubu, alfa selüloz ve pentozan tayinleri yapılmıştır. Analizler sonucu artan sıcaklığa bağlı olarak holoselüloz, alfa-selüloz, holoselülozlardaki çözünür ve kalıntı lignin yüzdeleri azalırken, holoselülozlardaki karboksil miktarının arttığı görülmüştür. Pentozan miktarı, farklı sıcaklıklarda elde edilmiş meşe holoselülozlarında ancak laboratuvar hataları sınırında bir değişim gösterirken, göknar holoselülozlarında hissedilir bir azalma göstermiştir. Farklı sıcaklıktaki holoselüloz örnekleri kullanılarak yapılan bilanço analizi değerleri, iğne yapraklı ağaçlar için yaklaşık %98-99 olarak belirlenirken, araştırmada kullanılan yapraklı ağaç olan meşe türü için bu değerlerin %97'lerde kalması, özellikle meşe gibi yüksek oranda tanen içeren türlerde çözücü ekstraksiyonu ile giderilememiş tanenin delignifikasyon sırasında ortamdaki uzaklaşarak verimi olumsuz etkilemesi şeklinde yorumlanmıştır.

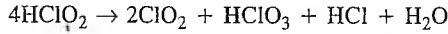
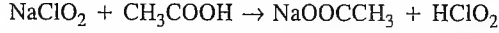
1. GİRİŞ

Holoselüloz tanımı ile odundaki tüm polisakaritler (selüloz ve polyozlar) anlatılmaktadır. Bu terim ilk defa RITTER ve KURTH tarafından 1933 yılında, odundan lignin uzaklaştırıldıktan sonra geri kalan kalıntıyı ifade etmek için kullanılmıştır. Odundan holoselüloz elde edilmesi delignifikasyon işlemi ile gerçekleşmektedir. Holoselüloz tayini, hem kimyasal olarak

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı

odunun bileşimini tanımlamada hem de özellikle selüloz hamuru üretiminde odundaki polisakkarit yüzdesini kabaca belirlemede önemli görülmektedir.

İğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarını birçok yöntemle delignifiye etmek mümkündür. Klorlama yöntemi, asit klorit yöntemi, perasetik asit yöntemi en bilinenleridir. Bunların arasında asitlendirilmiş NaClO_2 ile delignifikasyon laboratuvarında en fazla kullanılmaktadır (WISE/MURPHY 1946). Yöntemde, sodyum klorit ortamdaki asit ile reaksiyona girerek asıl ürün olarak klor dioksit ve yan ürün olarak klorat ve klorür iyonları oluşturmaktadır:



Delignifikasyon sırasında odundaki lignin bu reaktiflerin etkisiyle parçalanma, oksidasyon ve süstitüsyon reaksiyonlarına uğrayarak ortamdan uzaklaştırılmaktadır. İdeal bir delignifikasyonda polisakkaritler üzerine herhangi bir etki olmaksızın, odundaki lignin tamamen uzaklaştırılmış olmalıdır.

Bu özellikleri sağlayacak bir delignifikasyonu günümüzde sağlamak çok güçtür. WEGENER (1975) ladin odunu ile yaptığı çalışmada 50°C sıcaklık ve 25 saat süren delignifikasyon koşullarının bu türün odun polisakkaritleri için en koruyucu koşullar olduğunu belirlemiştir. UÇAR (1977) kayın odunu ile ilgili yaptığı çalışmada 30°C sıcaklık ve 4 gün süren delignifikasyonun en iyi sonuçlar verdiğini saptamıştır. Genellikle $70\text{-}80^\circ\text{C}$ sıcaklıkta yapılan bir delignifikasyon sonrası elde edilen holoselülozda, odun türüne ve delignifikasyon koşullarına bağlı olarak az miktarda kalıntı lignin bulunmakta ve polisakkarit kaybı kaçınılmaz olmaktadır. Ligninin yapısı delignifikasyon işlemi sırasında önemli ölçüde değişikliğe uğradığı için holoselülozda lignin belirlemede kalıntı lignin ile birlikte çözünür lignini de belirlemek zorunlu hale gelir. Ayrıca delignifikasyon sırasında selüloz ve polyozlardaki fonksiyonel gruplarda oksidatif değişim ve polisakkarit zincirlerinde parçalanmalar ortaya çıkmaktadır. Genellikle oksidatif ortamlarda aldehit uç grupları ve hidroksil grupları yükseltgenerek karbonil veya karboksil gruba dönüşürler (FENGEL/WEGENER 1984).

Literatürde delignifikasyon sıcaklığının $70\text{-}80^\circ\text{C}$ arasında olması gerektiği bildirilmekte birlikte önerilen sıcaklık 70°C ' dir (WISE/MURPHY 1946). 70°C , odundan holoselüloz elde edilmesinde en çok kullanılan, standart olarak kabul edilmiş sıcaklık olmuştur.

Bu çalışmada iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının delignifikasyonu sırasında sıcaklıktaki küçük değişimlerin, holoselüloz verimi ve bileşimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Sıcaklıktaki değişimler çok hassas olmayan su banyosu termostatlarından veya literatürde NaClO_2 delignifikasyon sıcaklığı $70\text{-}80^\circ\text{C}$ arasında verildiği için bu aralıkta herhangi bir noktanın seçiminden kaynaklanabilir. Delignifikasyon sırasında farklı sıcaklıkların etkisini göstermek için elde edilen holoselülozlarda klason lignini, asitte çözünür lignin, alfa-selüloz, pentozan ve karboksil tayini analizleri yapılmıştır. Bu sonuçlar kullanılarak bilanço analizleri yapılmış ve delignifikasyon sıcaklığına bağlı olarak olası kayıplar incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada yapraklı ağaç olarak kullanılan meşe [*Quercus petraea* (Matuschka) Liebl.] odun örneği bu türün doğal yetiştiği Belgrad Ormanından, iğne yapraklı ağaç olarak kullanılan göknar (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) örneği ise Bolu'dan alınmıştır. Yetiştirme ortamlarında

seçilen ağaçlardan dipten başlayarak tepeye doğru 2m ara ile 10-15 cm kalınlığında diskler şeklinde örnekler alınmıştır. Alınan örneklerde yaş tespiti yapılmıştır (meşe 155, göknar 87). Meşe odununda öz ve diri odun ayrımı yapılmamıştır.

Ağaçlardan alınan diskler kendi içinde parçalanmış ve ağacı en iyi şekilde temsil edecek sayıda parçalar seçilmiş ve birbirleriyle karıştırıldıktan sonra yongalanmış, TAPPI Standart T 257 cm 85'de verilen yonteme göre öğütülüp elenerek kimyasal işleme hazır hale getirilmiştir.

Odundaki ekstraktif maddeyi uzaklaştırmak için odun unları önce alkol-benzen (1:2 v/v) ardından alkol ile sokslet aygıtında ekstrakte edilmiştir (TAPPI T 264 om-88).

Odun örneklerinde holoselüloz tayini asitlendirilmiş sodyum klorit yöntemine göre yapılmıştır (WISE/MURPHY 1946). Ekstraksız meşe odun unu üzerine 1 g tam kuru oduna 1.90 g aktif klor düşecek şekilde hesaplanan NaClO₂ çözeltisi ve ortamın pH'sını 4 civarında tutmak için asetik ilavesi ile 5 saat delignifiye edilmiştir. Delignifikasyon sıcaklıkları 70.0°C sıcaklığın %5 ve %10 altı ve üstü olacak şekilde 63.0°C, 66.5°C, 70.0°C, 73.5°C ve 77.0°C olarak seçilmiştir. Bu sıcaklıklar hassas bir elektronik termostat yardımıyla $\pm 0.1^\circ\text{C}$ içinde tutulmuştur. Göknar odunu için eklenen NaClO₂ çözeltisi miktarı 1g oduna 2.37 g aktif klor olacak şekilde hesaplanmıştır.

Alfa selüloz tayini için holoselüloz örnekleri,

1. basamakta %5 KOH çözeltisiyle 2 saat,
2. basamakta %24'lük KOH çözeltisiyle 2 saat olmak üzere

N₂ atmosferinde $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki su banyosunda ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda elde edilen örnek porozitesi 2 olan krozeden süzölmüş ve alfa selüloz verimi hesaplanmıştır.

Pentozan tayininde, odundaki beş karbonlu polisakkarit yapı taşlarını (ksiloz, arabinoz) hidrolizle furfurala dönüştürerek belirleme yolu izlenmiştir. 3.2 mol/L konsantrasyonundaki HBr asidi ile yaklaşık 1 g olarak tartılan holoselüloz örnekleri hidrolize edilmiş ve ortamda oluşan furfural destillenmiştir. Furfural miktarı spektroskopik olarak (Shimadzu UV-1601 Spectrophotometer) belirlenmiştir (BROWNING 1967; JAYME/BUTTEL 1968).

Kalıntı lignin tayini TAPPI T 222 om-83'e göre gerçekleştirilmiştir. Holoselüloz örnekleri %72'lik H₂SO₄ çözeltisi ile hidrolize edilmiş ve kalıntı lignin miktarı belirlenmiştir. Çözünür lignin analizi ise TAPPI UM 250'ye göre yapılmıştır. Yine holoselüloz örnekleri %72'lik H₂SO₄ ile hidroliz edilmiş ve çözünür lignin spektroskopik olarak 205 nm de absorbanşı ölçülerek belirlenmiştir (DENCE 1992).

Karboksil miktarı metilen mavisi yöntemine göre belirlenmiştir (PHILIPP/REHDE/LANG 1965). Holoselüloz örnekleri belli konsantrasyondaki tamponlanmış metilen mavisi çözeltisi içinde 2 saat çalkalanmıştır. Süzölen örneklerin 620 nm de absorbanşı ölçölmüş ve standart eğri yardımı ile örneklerdeki karboksil miktarı hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Meşe ve göknar odunlarının seçilen sıcaklıklardaki holoselüloz ve alfa selüloz verimleri Tablo 1 de verilmektedir. Her iki türde de delignifikasyon sıcaklığının artışına bağlı olarak holoselüloz verimleri azalmaktadır. Benzer şekilde alfa selüloz verimleri de azalmıştır. Sıcaklık artışı ile verim azalması lignin ve polisakkaritler açısından 2 şekilde açıklanabilir.

1. Düşük sıcaklıklarda holoselülozdaki kalıntı ligninin fazla olması verimi artırmakta, yüksek sıcaklıkta ise daha etkin bir lignin uzaklaştırma nedeniyle verim azalmaktadır.
2. Yüksek sıcaklıkta polisakaritler daha fazla parçalanmakta ve ortamdan uzaklaşmaları sonucu verim azalmaktadır.

Standart delignifikasyon sıcaklığından %5'lik artış veya azalış sonucu meşe ve göknar holoselüloz verimleri yaklaşık ± 2 oranında değişirken, sıcaklıkta %10'luk bir değişim meşe holoselüloz verimini yaklaşık ± 4 , göknar holoselülozunu ise yaklaşık $\pm 5-6$ oranında etkilemiştir.

Meşe alfa selüloz verimleri sıcaklığa bağlı olarak yaklaşık ± 1 oranında değişim gösterirken göknar alfa selülozlarında bu oran yaklaşık ± 5 gibi oldukça yüksek değerdedir. Yapraklı ağaç olan meşe odununda polyoz olarak ksilanlar büyük bir yüzdeyi oluşturmakta ve bu polyozlar seyreltik alkali ekstraksiyonu ile holoselülozdan hatta bazıları odundan bile kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir. Meşe holoselülozundaki ksilanların %5'lik KOH çözeltisi ile ekstraksiyonu sırasında yaklaşık %90'ın kolaylıkla uzaklaştığı belirlenmiştir (BALABAN/UÇAR 1999). Öte yandan iğne yapraklı ağaç olan göknar türünde ise polyoz olarak özellikle mannanlar büyük oranda bulunurken, ksilanlar yaklaşık %7-8 gibi bir oranda kalmaktadır. Mannanların etkin bir şekilde uzaklaştırılması ancak etkin bir delignifikasyon sonrası uygulanan kuvvetli bir alkali ekstraksiyonu ile mümkündür. Buna bağlı olarak daha etkin delignifikasyonlarla (daha yüksek sıcaklıklarda) elde edilen göknar holoselülozlarından alkali ekstraksiyonları daha fazla polyozların çözünmesini sağlamıştır.

Tablo 1: Meşe ve Göknar Odunlarının Farklı Delignifikasyon Sıcaklıklarındaki Holoselüloz ve Alfa Selüloz Verimleri (Ekstrakte Edilmiş Fırın Kurusu Oduna Oranla)
Table 1: The Yields of Holocellulose and Alpha-Cellulose Obtained at Different Delignification Temperatures From Oak and Fir Wood (Based On Oven-dry Extracted Wood)

Sıcaklık (°C) Temperature (°C)	63.0	66.5	70.0	73.5	77.0
Meşe					
Oak					
Holoselüloz verimi (%) Holocellulose yield (%)	86.38	84.61	82.28	80.05	78.67
Alfa selüloz verimi (%) Alpha-cellulose yield (%)	41.16	-	39.65	-	38.51
Göknar					
Fir					
Holoselüloz verimi (%) Holocellulose yield (%)	88.51	85.37	83.19	79.83	76.98
Alfa selüloz verimi (%) Alpha-cellulose yield (%)	62.78	-	57.7	-	52.42

63°C sıcaklıktaki yüksek holoselüloz verimleri, ligninin etkin bir şekilde uzaklaştırılmaması olduğunu ve hala büyük oranda holoselüloz da bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 2 de meşe holoselülozlarının kimyasal analiz sonuçları verilmektedir. Buna göre meşe holoselülozlarında oldukça önemli miktarda hem kalıntı hem de çözünür lignin bulunmaktadır.

Tablo 2: Meşe Odun ve Holoselülozlarında Kimyasal Analiz Sonuçları (Ekstrakte Edilmiş FK Odun)

Table 2: Chemical Analysis of Oak-Wood and -Holocelluloses (Based On Oven-dry Wood)

Örnek Sample	Kalıntı Lignin (%) Klason Lignin	Çözünür Lignin (%) Acid-soluble Lignin	Karboksil mmol/100g sel Carboxyl	Pentozan (%) Pentosan
Odun Wood	24.19	3.55	-	20.35
63°C Holosel.	7.74	9.03	34.74	20.55
66.5°C Holosel.	6.44	8.99	35.85	20.66
70°C Holosel.	5.27	8.1	36.2	20.84
73.5°C Holosel.	4.28	7.55	40.6	20.47
77°C Holosel.	3.28	7.29	40.79	20.62

Sıcaklık artışına paralel olarak holoselülozlardaki kalıntı ve çözünür lignin miktarları azalmaktadır. Yüksek sıcaklıktaki bir delignifikasyonda lignin, sodyum klorit çözeltisi ile daha fazla etkileşerek ortamdan uzaklaşmaktadır.

Ayrıca selüloz ve polyozlardaki karbonil ve hidroksil gruplarının oksidatif dönüşümünü belirlemek için yapılan karboksil grubu tayininde, sıcaklık artışı ile karboksil miktarının arttığı görülmektedir. Ağartılmamış kraft selülozuna (7-8 mmol/100g sel) kıyasla, meşe ve göknar holoselülozlarındaki karboksil miktarının oldukça yüksek değerler olduğu görülmektedir. Buradan, sodyum klorit delignifikasyonu sırasında polisakaritlerin etkin bir şekilde oksidasyon ve bozunmalara uğradığı söylenebilir. Delignifikasyonun yaptığı kuvvetli etki yanı sıra, sıcaklık artışı da karboksil miktarını az da olsa artırmıştır. Delignifikasyon sıcaklığının artış veya azalışının holoselüloz örneklerindeki pentozan miktarını ne derece etkilediğini belirlemek için yapılan pentozan tayinleri bu ağaç türü için yaklaşık aynı değerlerde bulunmuştur. Bu değerler ancak laboratuvar hataları düzeyinde küçük farklar göstermekte ve sıcaklıktaki %5 ve %10 artış veya azalıştan meşe odunundaki pentozanların hemen hemen hiç etkilenmediği anlaşılmaktadır.

Göknar odunu ve holoselülozlarının kimyasal analiz sonuçları ise Tablo 3'de verilmektedir. Meşe odununa benzer şekilde göknar holoselülozlarında da delignifikasyon sıcaklığına bağlı olarak kalıntı ve çözünür lignin miktarları azalmaktadır. Başlangıçtaki lignin miktarı göknar odununda daha fazla olmasına rağmen, bu türün holoselülozlarındaki azalma meşe örneklerine göre daha fazla olmuştur. İğne yapraklı ağaç odunu için daha fazla sodyum klorit kullanılmış olmasıyla yapraklı ağaç koşullarına göre, ligninin daha etkin bir şekilde uzaklaştırılmış olduğu anlaşılmaktadır.

Öte yandan karboksil miktarı sıcaklık artışına bağlı olarak bir artış göstermekle birlikte göknar holoselülozlarındaki karboksil miktarı meşe holoselülozlarındakine kıyasla daha fazla bulunmuştur. Göknar odunu delignifikasyonun da kullanılan fazla sodyum klorit, lignini daha

etkin bir şekilde çözerken, polisakaritleri de daha yüksek oranda oksidasyona uğratmıştır. Pentozan miktarı ise meşe holoselülozünün aksine delignifikasyon sıcaklığına bağlı olarak hissedilir bir azalma göstermiştir.

Tablo 3: Gökmar Odun ve Holoselülozlarında Kimyasal Analiz Sonuçları (Ekstrakte Edilmiş FK Odun)

Table 3: Chemical Analysis of Fir-Wood and -Holocelluloses (Based On Oven-dry Wood)

Örnek Sample	Kalıntı Lignin (%) Klason Lignin	Çözünür Lignin (%) Acid-soluble Lignin	Karboksil Miktarı mmol/100g sel Carbox. content	Pentozan (%) Pentosan
Odun wood	28.51	0.25	-	8.12
63°C Holosel.	10.87	6.50	47.41	7.43
66.5°C Holosel.	8.30	6.30	47.86	-
70°C Holosel.	6.70	6.22	47.97	7.40
73.5°C Holosel.	4.76	5.81	48.31	-
77°C Holosel.	3.59	5.20	48.52	7.29

Meşe ve gökmar odunlarının farklı sıcaklıklardaki holoselüloz verimleri ve bu örneklerdeki kalıntı ve çözünür lignin değerleri kullanılarak hazırlanan bilanço analizleri Tablo 4'de verilmektedir. Her iki türün 63°C'deki holoselüloz örnekleri başlangıçtaki ligninin yaklaşık %60'ını içermektedir. Standart koşullarda uygulanan 70°C sıcaklıktaki bir delignifikasyonda meşe holoselülozunda ligninin yaklaşık %48'i, gökmar holoselülozunda ise yaklaşık %45'i kalmaktadır. 77°C sıcaklıkta ise uzaklaştırılan toplam lignin miktarı meşe odununda %62 iken gökmar odununda %70 olarak hesaplanmıştır. Buradan delignifikasyon sıcaklığının artışına paralel olarak odundaki ligninin daha etkin bir şekilde uzaklaştırıldığı, gökmar holoselülozundaki düşük lignin miktarının ise delignifikasyon koşullarından kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 4 incelendiğinde %96-97 gibi değerlerle meşe holoselülozlarında bilanço analiz sonuçlarının gökmar odunlarından biraz daha düşük olduğu görülmektedir. Öte yandan gökmar odunu delignifikasyonu sırasında belirlenen pentozan kayıpları durumun aksi olması beklentisini yaratmaktadır. İlk bakışta çelişkili gibi görünen bu durum, büyük olasılıkla meşe odununda bulunan tanenlerden kaynaklanmaktadır. Ekstraktif maddeleri uzaklaştırmak için uygulanan alkol-benzen ve alkol ekstraksiyonlarının odundaki taneni tümüyle gidermeye yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Bir başka çalışmada tanen miktarı düşük olan *Quercus rubra* öz ve diri odununda bilanço analizleri %99 olarak bulunmuştur (BALABAN 2000). Yine yüksek tanen içerikli *Quercus vulcanica* öz ve diri odunlarında ise bilanço değerleri %97'yi geçmemektedir (BALABAN/UÇAR 2001). Organik çözücü ekstraksiyonları ile uzaklaştırılmayan tanenler büyük olasılıkla delignifikasyon sırasında çözeltiye geçmekte ve az da olsa kayıplara yol açmaktadır.

Tablo 4: Asıl Bileşenlerin Toplam Değerleri (Ekstrakte Edilmiş FK)
Table 4: Material Balances of Main Components (Based On Oven-dry Wood)

Örnek Sample	Holosel. (%) Holocel.	Toplam Lignin (Holosel.) (%) Total lignin	Düzeltilmiş Holosel. (%) Correc. holocel 1	Toplam Lignin (odun)(%) Total lignin 2	Toplam Total 1+2
Meşe					
63 °C Holosel.	86.38	16.77	69.61	27.74	97.35
66.5 °C Holosel.	84.61	15.43	69.18	27.74	96.92
70 °C Holosel.	82.28	13.37	68.91	27.74	96.65
73.5 °C Holosel.	80.05	11.83	68.22	27.74	95.96
77 °C Holosel.	78.67	10.57	68.1	27.74	95.84
Gökmar					
63 °C Holosel.	88.51	17.37	71.14	28.76	99.90
66.5 °C Holosel.	85.37	14.60	70.77	28.76	99.53
70 °C Holosel.	83.19	12.92	70.27	28.76	99.03
73.5 °C Holosel.	79.83	10.57	69.26	28.76	98.02
77 °C Holosel.	76.98	8.79	68.19	28.76	96.95

Gökmar odunu ise tanen içermediği için bu odunun holoselülozlarında böyle bir sorun olmamış ve toplam bilanço değerleri çoğunlukla %98-99 civarında bulunmuştur. Her iki türde de 77°C sıcaklıkta toplam değerlerin hissedilir ölçüde azalması lignin ile birlikte selüloz ve polyozların da uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Araştırmada meşe ve gökmar odunları 70.0°C'nin %5 ve %10 altı ve üstü olacak şekilde farklı sıcaklıklarda NaClO₂ çözeltisi ile delignifiye edilmiştir. İster yapraklı, ister iğne yapraklı ağaç olsun delignifikasyon sırasında sıcaklık ayarının 70.0°C'dan farklı olmasının, holoselüloz verimleri yaklaşık %2-5 arası oranlarda değiştirdiği belirlenmiştir. NaClO₂ delignifikasyonu her durumda yapraklı ve iğne yapraklı ağaç holoselülozlarında önemli miktarda karboksil oluşumuna yol açmaktadır. 70°C sıcaklıktaki standart NaClO₂ delignifikasyonu meşe odunundan lignininin %55'ini, gökmar odunundan ise %52'sini gidermektedir. 77°C sıcaklıktaki delignifikasyon ile meşe odunundan lignininin %62'si, gökmar odunundan ise %70'i uzaklaştırılmaktadır.

Bunun yanı sıra, pentozan tayininde, sıcaklık artışı ile meşe holoselülozundaki pentozan değerinde değişme görülmezken, gökmar holoselülozundaki pentozan miktarının hafifçe azaldığı görülmüştür.

Farklı sıcaklıkta elde edilen holoselüloz verimleri kullanılarak yapılan bilanço analizlerinde, iğne yapraklı ağaç olan gökmar için %2-3, yapraklı ağaç olan meşe türü için %3-4 kayıplar belirlenmiştir. Meşe gibi tanen içeren odunlarda, organik çözücü ile ön ekstraksiyon işlemi taneni tamamen gidermek için yeterli olmadığından, delignifikasyon sırasında bu tür maddelerin de uzaklaşması sonucu verim kaybının arttığı tespit edilmiştir.

THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATIONS ON NaClO_2 DELIGNIFICATION

Doç. Dr. Mualla BALABAN

Abstract

In order to determine the effects of small temperature fluctuations during the delignification, a soft and a hardwood were delignified at slightly different temperatures from 70°C. While the yields of holocellulose as well as the content of klason lignin, acid-soluble lignin and alpha cellulose, decreased at high temperature treatments, the carboxyl content in holocellulose contrarily increased. Any pentosan loss in oak holocelluloses could not be detected whereas this loss in fir holocelluloses was noticeable though the pentosan amount in softwood is quite low. By taking the yields of holocelluloses from different temperatures and their acid soluble- and klason lignin into account, the material balances were calculated, resulting in values of about 98-99% for softwood and 96-97% for hardwood. The slightly higher deficit in material balance for hardwood arises from the presence of tannins in wood, which could not be removed during solvent extraction efficiently. Then, during the delignification the constituents of tannins become soluble causing uncountable losses.

1. INTRODUCTION

The term holocellulose describes the total polysaccharides in wood. RITTER and KURTH (1933) were the first to use this term for the product obtained after the removal of lignin from wood. The analysis of holocellulose is important for the chemical characterization of wood.

In order to delignify the wood, several methods exist such as chlorination, acidified sodium chlorite and peracetic acid. The most common method for the preparation of holocellulose on the laboratory scale uses acidified solution of sodium chlorite. This method is based on the reaction of sodium chlorite and acetic acid and formation of chlorine dioxide, chlorine and chlorate ions, which act on lignin at 70-80°C temperatures (4-5 hours).

During the delignification, lignin, upon oxidation and degradation, is removed from the wood. An ideal delignification should serve the dissolution of lignin entirely without any attack on the polysaccharides.

The most protective conditions for spruce wood were found at 50°C temperature and 25 hours reaction time (WEGENER 1975). In the case of beech wood, the optimum conditions were a temperature of 30°C combined with a reaction time of 4 days (UÇAR 1977).

The holocellulose obtained from 70 to 80°C delignification generally contains a small percentage of residual lignin and the loss of polysaccharides is unavoidable.

During the delignification the structure of lignin is altered, thus the klason lignin content alone does not cover the total amount of residual lignin in holocellulose. It is then obligatory to determine the acid soluble and klason lignin together in holocelluloses. The literature dealing with the oxidative conversion of functional groups in cellulose and polyoses and depolymerization of polysaccharides was reviewed by FENGEL and WEGENER (1984).

The aim of this study is to estimate the effect of small temperature variations on the delignification of soft and hardwoods. The changes in the temperature can originate from not highly sensitive thermostats as well as personal settings since not exact values but rather the temperatures between 70 and 80°C are given for NaClO₂-delignification in the literature.

In order to evaluate the effect of temperature changes during the delignification, the contents of klason lignin, acid soluble lignin, alpha cellulose, pentosan and carboxyl group in holocelluloses should be determined. Using these results, the material balances can be then calculated which would display the losses to some degree, depending on the severity of the treatments.

2. MATERIALS AND METHODS

The oak wood (*Quercus petraea*, age: 155) was taken from Belgrad Forest, while fir wood (*Abies bornmuelleriana*, age: 87) was obtained from Bolu. The wood sample was cut to discs from bottom to top at 2 m intervals. A representative part of each disc was ground in a Wiley mill, the finer material was separated by sifting on 40 Mesh screen (TAPPI T 11m-59). To prepare extractive-free sample, the wood meal were first extracted with ethanol-benzene, then ethanol in a soxhlet apparatus (TAPPI T 204 om-88). The holocellulose analysis was performed according to WISE Method (1946) by using acidified sodium chlorite solution. 70.0°C was accepted as standard temperature for the delignification and for the temperature fluctuations, 5 and 10 % lower and higher values than 70.0 were chosen (63.0, 66.5, 70.0, 73.5 and 77.0°C). Using an electronic sensitive thermostat these bath temperatures were maintained quite exactly (within $\pm 0.1^\circ\text{C}$). Active chlorine content of NaClO₂ solution was 1.89 g and 2.37 g for 1 g oven-dry hardwood and softwood respectively. The total delignification time was five hours.

Alpha cellulose was determined as residue after the extraction of holocelluloses with alkali under N₂-atmosphere. Alkali extraction was performed in two successive steps;

1. step with 5% KOH-solution for 2 hours
2. step with 24% KOH-solution for 2 hours

The pentosan content was estimated according to ISO method. Holocellulose was boiled in 3.2 M HBr-solution and the amount of furfural was assayed spectroscopically by measuring the absorbance at 277 nm (Shimadzu UV-1601 Spectrophotometer) (BROWNING 1967; JAYME/BUTTEL 1968).

Klason lignin and acid soluble lignin in holocelluloses and woods were determined according to TAPPI T 222 om-83 and TAPPI UM 250 standards respectively (DENCE 1992).

A methylene blue-borate buffer solution reacted with carboxyl groups of holocelluloses was measured in the spectrophotometer for its absorbance at 620 nm. With the help of a standard curve obtained from methylene blue solutions of known concentration, the carboxyl content was then estimated (PHILIPP/REHDE/LANG 1965).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The holocellulose- and alpha cellulose yields for oak- and fir woods delignified at definitive temperatures are given in Table 1. The increase of delignification temperature affects the yields of holocellulose negatively for both of woods and the content of alpha cellulose also decreased in the same manner. The decrease of the yield depending on the increase of temperature can be explained by two different ways with regard to lignin and polysaccharides:

1. At lower temperatures the increase of residual lignin content in holocelluloses results in increase of the yield of holocellulose, at higher temperatures the yield decreases due to the effective removal of lignin.
2. At high temperatures the degradation of polysaccharides increases and the yield decreases due to the removal of degraded polysaccharides.

The maximum loss of alpha cellulose caused by a treatment at 77°C was observed in softwood. Beside the negative effect of high temperature, the increased NaClO_2 -concentration (2.37 g/g softwood vs. 1.87 g/g hardwood) should have contributed to a loss at this treatment to larger extent.

The results of chemical analyses of oak holocelluloses are given in Table 2. As can be seen from table, the residual- and acid soluble lignin in holocelluloses can reach considerable amounts and the decrease of total lignin depends on the increase of delignification temperature. The carboxyl groups, as a distinctive mark of degradation and oxidation of polysaccharides increase also slightly. Furthermore, the carboxyl content of holocelluloses is much bigger compared to for example an unbleached kraft pulp (7-8 mmol/100 g for pine sulphate pulp, unpublished own results) and this indicates that the polysaccharides were oxidized strongly during the sodium chlorite delignification. The NaClO_2 -delignification causes an extensive oxidation right away and the small changes in temperature have here little effect on the extent. On the other side, showing negligible changes, the pentosan content of oak holocelluloses is almost undependable on the temperature fluctuations.

Table 3 shows the chemical analyses of fir wood and related holocelluloses. In case of fir wood, the yields of acid soluble- and residual lignin decrease depending on the temperature, too. The effective removal of lignin from fir wood can be explained, that here somewhat more NaClO_2 was acted on the wood because of its higher lignin content. The holocelluloses of both of woods obtained at 63°C contain still 60% of original wood lignin. The delignification at standard temperature, 70°C, can remove 52 and 55% of lignin from oak and fir woods respectively. The same values increase to 62 and 70% when the experiments are carried out at a temperature, which is 10% higher than the standard.

In contrast to oak holocelluloses, the fir holocelluloses suffer notable pentosan losses and their amount seems to increase as the temperature increases.

Table 4 shows the summative analysis of oak and fir wood after delignification at definite temperatures. The holocellulose yields were corrected for their residual- and acid soluble lignin. In this way, the values of material balance were obtained, which are quite close to the theoretical 100 percent. The slightly more deficit in material balance for hardwood arises from the presence of tannins in wood, which could not be removed during solvent extraction efficiently. Then, during the delignification the constituents of tannins become soluble causing uncountable losses.

4. CONCLUSION

In this study, oak and fir woods were delignified with sodium chlorite solution at standard temperature of 70°C and at four additional temperatures lying in intervals of ± 5 and 10% of standard. The analyses of klason lignin, acid soluble lignin, carboxyl group, alpha cellulose and pentosan were performed for characterization of holocelluloses.

The NaClO₂-delignification creates considerable amount of carboxyl groups in holocelluloses. The increase of temperature affects the yield of both holocellulose and alpha cellulose adversely.

The delignification at standard temperature, 70°C, can remove 52 and 55% of lignin from oak and fir woods respectively and at 77°C, it is possible to dissolve 62 and 70% of wood lignin. While the amount of pentosan in oak holocelluloses remains stable, the delignification causes some losses of this substance in case of fir holocelluloses.

The material balances after delignification indicate that overall losses of 2-3% and 3-4% are usual in fir and oak wood respectively. Some tannin in wood survived the preceding solvent extractions may be considered as the possible source of increased losses in case of oak.

KAYNAKLAR

- BALABAN, M., UÇAR, G., 1999: The Effect of the Duration of Alkali Treatment on the Solubility of Polyoses, Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23, 667-671.
- BALABAN, M., 2000: Summative Analysis of Main Components in Common Hardwoods and Softwoods of Turkey, İ.Ü. Orman Fakültesi dergisi, seri A, Cilt 50, sayı 2, 157-165.
- BALABAN, M., UÇAR, G., 2001: Extractives and Structural Components in Wood and Bark of Endemic Oak *Quercus vulcanica* Boiss, *Holzforschung*, 55, 478-486.
- BROWNING, B.L., 1967: *Methods of Wood Chemistry II*, Interscience Publishers, A Division of John Wiley and Sons New York, London, Sydney.
- DENCE, C.W., 1992: *The Determination of Lignin In: Methods in Lignin Chemistry* (Edited by S.Y. Lin and C.W. Dence) Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- FENGEL, D., WEGENER, G., 1984: *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. ISBN 3-11-008481-3. Walter de Gruyter. Berlin New York.

- JAYME, G., BUTTEL, H., 1968: Verleich verscheidener Verfahren zur Pentsanbestimmung einschliesslich einer neuen ISO-Methode. Das Papier 18: 249-253.
- PHILIPP, B., REHDE, W., LANG, H., 1965: Zur Carboxylbestimmung in Chemiezellstoffen, Das Papier 19: 1-8.
- TAPPI T 222 om-88. 1988: Acid-insoluble lignin in wood and pulp.
- TAPPI T 257 cm-85. 1985: Sampling and preparing wood for analysis.
- TAPPI T 264 om-88. 1988: Preparation of wood for chemical analysis.
- UÇAR, H., 1977: Einfluss der Delignifizierung au die Bestandteile des Buchenholzes. Doctor Thesis Üniversitat München.
- WEGENER, G., 1975: Beitrag zur Charakterisierung der Natriumchlorit-Delignifizierung von Fichtenholz. Papier 29, 429-437.
- WISE, L.E., MURPHY, M., 1946: Chlorite Holocellulose, its fractionation and Beaning on summative Wood Analysis and Studies on the Hemicellulose, Paper Trade J. 122, No.2, 35-43.

K.T.Ü. ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA ORMANINDA YETİŞME ORTAMI BİRİMLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA HARİTALANMASI

Y. Doç. Dr. Lokman ALTUN¹⁾
Doç. Dr. Emin Zeki BAŞKENT¹⁾
Ar. Gör. Murat YILMAZ¹⁾
Prof. Dr. H. Zeki KALAY¹⁾
Y. Doç. Dr. İbrahim TURNA¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada, "Orman Yetiştirme Ortamı Haritacılığı"nın esasını oluşturan konumsal (grafik ve öznitelik) bilgilerin toplanması, verimliliğe etki derecelerine göre sentez edilip değerlendirilmesi ve ekolojik birimler olan orman yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılarak haritalanması işlenmiştir. Çalışma kapsamında, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nun 645 ha'lık bölümünde 216x216 m aralık-mesafe ile sistematik olarak arazide belirlenen 132 adet örnek alanda yetiştirme ortamı etmenleri yersel yöntemlerle tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamına ilişkin orman toplulukları, toprak derinliği, taşlılık, toprak türü haritaları ile birlikte arazinin yeryüzü şekli, eğim grupları haritası ve yetiştirme ortamı birimleri haritası Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) sunduğu çeşitli coğrafi analiz ve değerlendirme yöntemleri ile elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, Türkiye'de ilk defa bir yetiştirme ortamı haritacılığını otomasyonu CBS yardımıyla nasıl yapıldığı gösterilmekte, çok zor olan bu sürecin, daha doğru, hızlı, güvenli ve nitelikli olarak gerçekleştirilmesi ortaya konulmaktadır. Sayısal ortama aktarılan bu bilgilerin 'etkin' kullanılabilir olması sayesinde planlama da kalite ve kolaylık sağlanmakta, yapılacak amenaçman ve silvikültürel çalışmalar için gerekli altlıklar oluşturulmaktadır.

¹⁾ K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

1. GİRİŞ

Modern, teknik ve ekonomik anlamda ormancılık çalışmaları yapabilmek için, yetiştirme ortamını iyi tanıyarak bu ortamın yetiştirme gücünden devamlı ve en yüksek hasılayı alacak şekilde yararlanmak gerekmektedir. Yetiştirme ortamı faktörlerini bilmeden ormanların planlaması, silvikültürel uygulamalar, ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışması yapılabilmesi söz konusu değildir. Örneğin, ağaçlandırma çalışmalarında etkili ve başarılı olmak için öncelikle sahalanın yetiştirme ortamı özelliklerinin önceden belirlenmesi, yetiştirme ortamı haritalarının yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Böylece yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına, artımın en fazla olduğu alanlardan başlayabilme, kullanılacak ağaç türlerinde ekonomik bakımdan daha değerli olanı seçebilme ve başarılı bir işletme planı yapabileme imkanı sağlanmış olacaktır.

Modern ormancılıkta silvikültür planlarının başarı derecesi doğrudan yetiştirme ortamı koşullarının bilinmesine ve tanınmasına bağlıdır. Zira, yetiştirme ortamı envanteri yalnız ağaç türü seçimi için değil, ormana uygulanacak bütün silvikültürel müdahaleler için gerekli esasları verir. Diğer yandan silvikültürel kararlarda (tür seçimi, gençleştirme yöntemi ve bakımı) etkili olan en önemli faktörlerin yetiştirme ortamı özellikleri olduğu ortadadır.

Yetiştirme ortamının genel değerlendirilmesinde özellikle yetiştirme ortamı haritaları önem taşımaktadır. Silvikültürel planların kapsamına göre değerlendirmede kullanılacak bilgiler de birbirinden farklılık arz etmektedir. Örneğin, bölgesel silvikültür planlarında "Orman Yetiştirme Ortamı Bölgesi" ve yöresel silvikültür planlarında "Orman Yetiştirme Yöresi Sınıfları" esas olduğu halde, meşcere planlarında "Orman Yetiştirme Ortamı Birimleri"ne" ait bilgilere ihtiyaç vardır. Silvikültürel önlemler ve yöntemlerin belirlenmesinde öncelikle yetiştirme ortamı koşullarının belirlenmesi (ekolojik birimler haritasının çıkarılması) ve bu verilere dayanılarak işletme amaçlarının saptanması gerekmektedir (ÇEPEL 1966).

Silvikültürel açıdan yetiştirme ortamı özelliklerinin çok önemli olması, ormana yapılacak müdahalelerin bilimsel bazda envanter verilerine dayandırılmasının her yönüyle şart olduğu vurgulanmaktadır (SEÇKİN 1993). Bu amaçla gerek planlamacı ve gerekse uygulayıcıya yön vermek için her türlü silvikültürel uygulamaya temel teşkil edecek yetiştirme ortamı haritalarının yapılması ve yaygınlaştırılması için gerekli düzenlemelere ivedilikle başlanması gerektiği ifade edilmektedir (SEÇKİN/KAHVECİ 1993).

Yetiştirme ortamı koşulları ve dolayısıyla ormanın potansiyel üretim gücünü ve ona ilişkin dinamikleri bilmeden üretim ve faydalanmayı planlamak mümkün değildir. Bu bakımdan yetiştirme ortamı koşullarının tanınması ve sınıflandırılarak haritalara bağlanması, modern ve teknik ormancılığın asgari gereklerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır.

Orman işletmeciliğinde toprağı ıslah etme çareleri ve imkanları gerek fiziki gerekse ekonomik açıdan çok azdır. Dolayısıyla, her ormancılık planlamasının çıkış noktası "Yetiştirme Ortamı"nın potansiyel koşulları olmalıdır. Bu koşulları dikkate almadan ormana yapılacak müdahaleler ileride telafisi mümkün olmayan sonuçlar doğurabilir (ÇEPEL 1966).

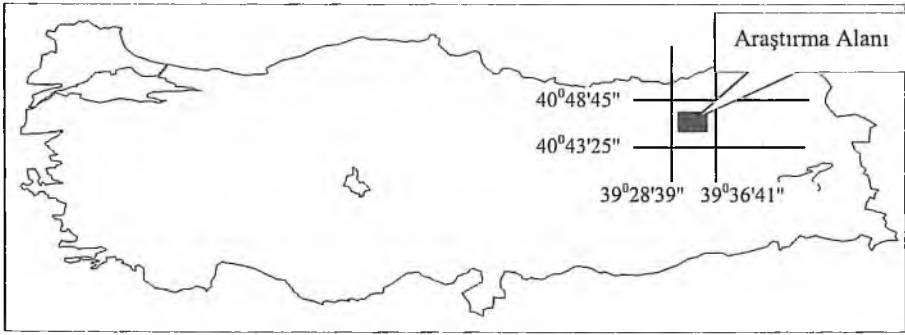
Orman Yetiştirme Ortamı (OYO), coğrafi konumu belli bir yerde orman bitkilerinin yaşamını sağlayan ve onları devamlı etkisi altında bulunduran çevre koşulları (fizyografik, edafik, iklimatik ve biyotik) ile bu koşullar arasında karşılıklı bir dengenin ve dinamik ilişkilerin bulunduğu ekolojik birimdir. Diğer bir anlatımla, OYO orman bitkilerinin yetişmesini sağlayan ve onu devamlı olarak etkisi altında bulunduran faktörler bütünüdür (KANTARCI 1980).

Bu çalışmada, sistem yaklaşımı ile, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak model orman yetiştirme ortamı (OYO) haritalarının sayısal olarak oluşturulması hedeflenmiştir.

2. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

Araştırma alanı, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde, $40^{\circ} 48' 45''$ - $40^{\circ} 43' 25''$ kuzey enlemleri ile $39^{\circ} 36' 41''$ - $39^{\circ} 28' 39''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). 6000 ha işletme alanının 645 ha'lık bölümünde çalışılmıştır. Alanının ortalama yüksekliği 1859 m olup, jeomorfolojik açıdan değerlendirildiğinde yüksek dağlık arazi özelliği taşıdığı ve dik-sarp eğimli bir yapıda olduğu anlaşılmaktadır. %32-70 arasındaki eğimli alanlar araştırma alanının büyük bir bölümünü (%61) kaplamaktadır. Çok az bir kısmında ise (Kusera Yaylası) %20 eğimin altında küçük alanlar yer almaktadır.

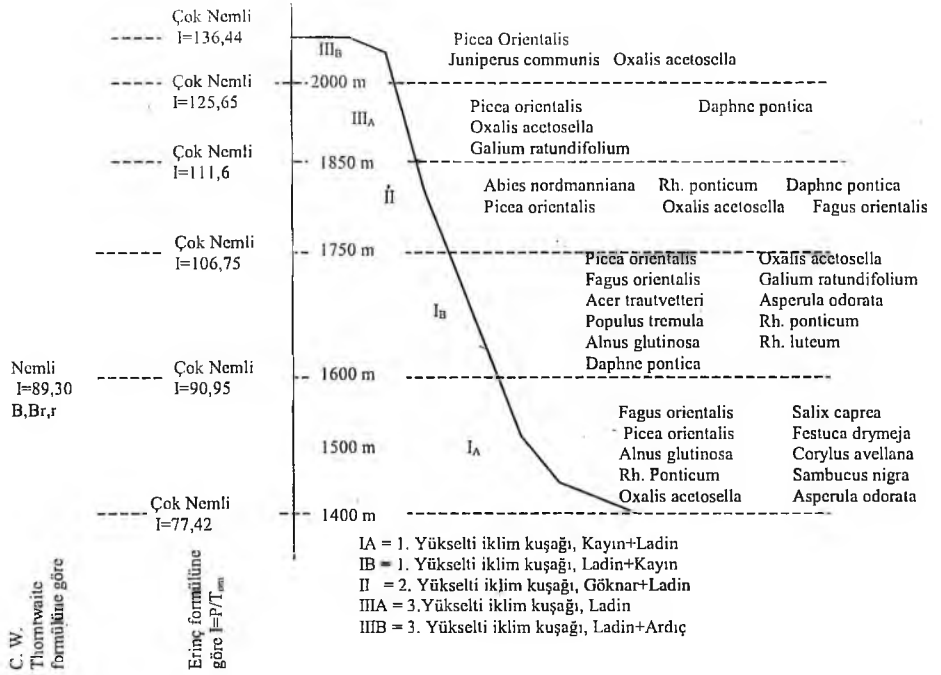
Araştırma alanı için Erinç formülüne göre yapılan iklim analizlerinde çok nemli bir iklimin hakim olduğu görülmektedir (ERİNÇ 1984). Ayrıca, C.W. Thorntwaite sistemi ile iklim tipleri de incelenmiştir. Bu yöntemle göre yapılan hesaplamalarda; alanın tümü için B2, C2', b'2, r simgeleri ile tanımlanan çok nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya pek az olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipi hakimdir.



Şekil 1: Araştırma alanının genel konumu

Figure 1: The research site

Araştırma alanı bitki coğrafyası açısından incelendiğinde, Türkiye'nin 3 büyük flora bölgesinden biri olan Euro-Siberian (Avrupa-Sibirya) bölgesinin kolşik kesiminde yer almaktadır (ANŞİN 1979). Orman toplumlarının tür bileşimleri dikkate alınarak incelendiğinde beş ana kuşağın hakim olduğu görülür. Bunlar kayın+ladin (1400-1600 m), ladin+kayın (1600-1750 m), ladin+göknar (1750-1850 m) saf ladinin (1850-2000 m) ve ardıcın yer aldığı ladin ormanları (2000-2100 m) şeklinde ayrılmaktadır (ALTUN 1995). Orman toplumlarının yükselti-iklim kuşaklarına dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

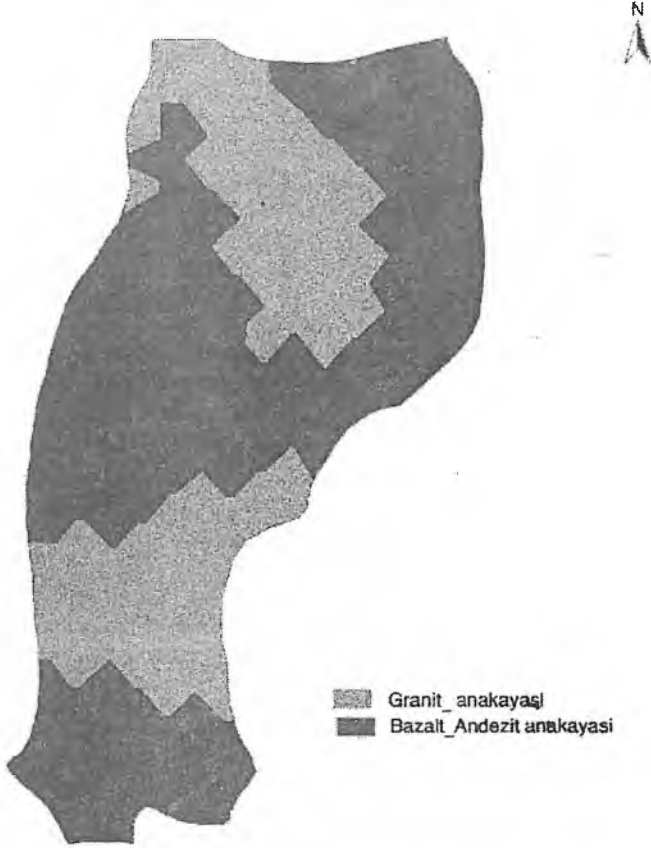


Şekil 2: Orman topluluklarının yükselti-iklim kuşaklarına dağılımı (ALTUN 1995)

Figure 2: The distribution of forest vegetation communities along the altitudinal-climatic zones.

Araştırma alanı genel görünüm itibarıyla doğu ladinli [*Picea orientalis* (L.)] ormanları ile kaplıdır. Doğu ladinin en çok doğu kayını [*Fagus orientalis* (Lipsky.)] eşlik etmekte, bunu Karadeniz göknarı *Abies nordmanniana* takip etmektedir. Ayrıca yerine göre *Acer trautvetteri*, *Populus tremula*, *Alnus glutinosa*, *Salix caprea* gibi ağaç türleri ile *Adi ardıç* (*Juniperus communis* L.), *Rhododendron ponticum*, *Rhododendron luteum*, *Corylus avellana*, *Ilex colchica* Poj. gibi çalı türleri doğu ladinine karışmaktadır (ALTUN 1995).

Araştırma alanı, volkanik plutonik kayaların yoğun olarak görüldüğü Doğu Pontid'ler Kuzey Zonu'nda yer almaktadır. Tabanda, "Alt Bazik Seri" olarak adlandırılan bazalt andezit ve bunların piroklastlarından oluşan Jura Volkanitleri bulunur. Granit bu birimi kesmiştir (ALTUN 1995) (Şekil 3).



Şekil 3: Araştırma alanının jeolojik haritası
Figure 3: Geological map of the research site

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyalini, topoğrafik haritalar, hava fotoğrafları, iklim verileri, araziye sistematik olarak atılan (216 x 216 m aralık mesafe) 132 adet örnek alandan alınan 494 adet toprak örneği, her bir örnek alanda (400 m²) ağaçlar üzerinde ölçülen çap-boy ve yaş değerleri ile toprak bitkilerinin Braun Blanquet yöntemiyle belirlenen özellikleri oluşturmaktadır.

Araştırma; arazi çalışmaları, laboratuvar analizleri ve büro değerlendirmeleri olmak üzere iki aşamalı olarak yapılmıştır.

3.1 Arazi Çalışma Yöntemleri

Bu çalışma kapsamında, 1/10.000 ölçekli eşyüksekti eğrili harita üzerine tesadüfi olarak yerleştirilmiş örnek alanlar, pusula, ve 25 metrelik ip yardımı ile araziye aktarılmıştır. Araziye

aktarılan her bir örnek alanda; yeryüzü şekli özellikleri (yüksekti, baki, eğim, relief), bitki örtüsü ve bitki toplulukları (meşcere kapalılığı, tür bileşimi ve gruplaşma), anakaya ve toprak özellikleri (derinlik, taşlılık, tekstür, strüktür, drenaj, bağlılık, nem) belirlenmiştir. Her bir örnek alanda meşcereyi temsil edecek ağaçların çap-boy ve yaş gibi özellikleri ölçülerek örnekler alınmıştır.

Bitki örtüsünün değerlendirilmesinde insan müdahalesinin olmadığı yerlerde ekolojik tür gruplarının ayırımı, insan etkisinin olduğu yerlerde ise vejetasyon tipi ayırımının yapılması gerekmektedir (ÇEPEL 1966). Çalışma alanında az da olsa insan müdahalesi olduğundan ekolojik tür grupları yerine, vejetasyon ayırımı tercih edilmiştir. Bu amaçla flora analiz tablosu kullanılmıştır. Bu tabloya dayanılarak bitki toplumu içinde, alanı örtme oranı fazla ve gruplaşma biçimi en uygun türler dominant (hakim) türler olarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında 132 örnek alan alınmış, bu örnek alanlara ilişkin ölçümler ve vejetasyon alımları yapılmış, toprak profilleri açılarak usulüne uygun olarak toprak örnekleri alınmıştır.

3.2 Laboratuvar ve Büro Çalışmaları

Örnek alanlardan alınan toplam 494 adet toprak örnekleri laboratuvarda analize hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapılarak her bir toprak örneği için 14 adet özellik (Tekstür, toprak türü, karbonat, pH (nKCl), organik madde (GÜLÇUR 1974), bağlılık, taşlılık, geçirgenlik, nem, kök sayısı, anakaya, yarayışlı su biriktirme kapasitesi (ÇEPEL 1988; KANTARCI 1980) ince toprak miktarı ve horizon kalınlığı) belirlenmiştir (KANTARCI 1980). Orman yetiştirme ortamı birimi gruplarının ayırımında; yeryüzü şekli özellikleri, yetiştirme ortamı birimlerinin ayırımında ise; anakaya, toprak derinliği, taşlılık, toprak türü, yıkanma horizonundaki pH (nKCl), Ah-horizonundaki organik madde güncel verimlilik sınıflandırma değişkeni olarak alınmıştır. Örnek alanlar buna göre gruplandırılmıştır.

Büro çalışmaları; arazi ve laboratuvarda elde edilen verilerin büroda değerlendirilmesi ile yetiştirme ortamı haritalarının oluşturulmasına esas teşkil eden Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nin sunduğu Thiessen yönteminden oluşmaktadır. Arazide toplanan ve laboratuvarda elde edilen veriler, öncelikle örnek alan numaraları sırasına göre envanter tablolarına kaydedilmiştir. Daha sonra envanter tablolarındaki veriler örnek alan sırasına bağlı kalınarak bilgisayarda sayısallaştırılmış haritalara aktarılmıştır. Böylece, bilgisayara yüklenmiş olan bu verilerin değerlendirme çalışmalarında sürekli olarak kullanılabilirliği kolaylaşmıştır.

Orman yetiştirme ortamı birimi gruplarının yeryüzü şekli özelliklerine bağlı olarak ayırt edilmesi, orman yetiştirme ortamı birimlerinin (anakaya, toprak derinliği, toprak türü, taşlılık, yıkanma horizonundaki pH (nKCl) değişimi, Ah-horizonundaki organik madde ve güncel verimlilik sınıfları dikkate alınarak) ayırt edilmesi, orman yetiştirme ortamı özelliklerini belirten gösterge bitkilerin saptanması, toprak özelliklerinin değerlendirilmesi ve ekolojik toprak serilerinin (anakaya, taşlılık, toprak türü ve yarayışlı su biriktirme kapasitesi) ayırt edilmesi ve haritaların çizilmesi büro çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir.

Orman yetiştirme ortamı özelliklerini belirten gösterge bitkilerin seçiminde her bir yükselti-iklim kuşağı ayrı bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bir yükselti-iklim kuşağında gösterge olan bazı bitkiler diğer yükselti-iklim kuşağında da bulunabilmektedir. Fakat, bu bitkiler gösterge olmayabilir veya tamamen başka bir orman yetiştirme ortamı özelliğinin göstergesi olabilir. Bir yükselti-iklim kuşağı içinde ayırt edilen bir ekolojik toprak serisinin özelliklerini gösteren ve diğer ekolojik toprak serisinde bulunmayan bitkiler gösterge olarak seçilmiştir.

Yetiştirme ortamı sınıflandırmalarında son kademeyi su ve besin ekonomilerine göre, yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Her ne kadar çalışma alanı için yapılan iklim analizlerinden elde edilen sonuçlar, su açığının olmadığını ortaya koymuş ise de, yetiştirme ortamının su ekonomisi açısından mevcut durumunun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı bir yetiştirme ortamının beslendiği su kaynakları (atmosferden yağış halinde ve komşu yetiştirme ortamından sızıntı suyu, taban suyu, kaynak ve dere suyu halinde) dikkate alınarak su ekonomileri ayırt edilmiştir. Su açığı bulunmayan bu alanda nemli şartların varlığı ortaya çıkmaktadır. Nemli şartlar ise, yeryüzü şekli özelliklerine bağlı olarak kendi içinde oldukça nemli, nemli, çok nemli ve ıslak olarak ayrılmıştır. Yetiştirme ortamı haritasının oluşturulması CBS'nin sunduğu Thiessen yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (BURROUGH/McDONALD 1998).

Thiessen yönteminde deneme alanları arasındaki sınır otomatik olarak tespit edilmiştir. Bu yöntemin çalışma esası, iki deneme alanı arasındaki noktaların konumsal düzlem itibarıyla yakınlık-uzaklık unsuru dikkate alınmasına dayanır. Arazideki bir nokta 360 derecelik yön itibarıyla, çevre deneme alanlarına hesaplanan uzaklıkları arasında en yakın olan deneme alanına düşecek şekilde yönlendirilir. Bu şekilde her komşu iki deneme alanı arasında eşit uzaklıkta olmak kaydıyla bir sınır geçirilir. Böylece nokta katman halinde olan deneme alanları bu defa bir poligon (alan) katmanı haline dönüşmüş olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Coğrafi Bilgi Sistemleri fonksiyonlarından önemli bir bölümü olan yakınlık coğrafi analizinden ibaret olan Thiessen yöntemi, nokta özellikteki bir katmandan yakınsal poligonlar içeren bir katman (coverage) oluşturmada kullanılır. Yakınsal poligonlar (aynı zamanda Voronoi poligonlar olarak ta biliniyor) her bir coğrafi detay olan nokta için hesaplanır. Oluşturulan bu poligonların önemli özelliği, poligonu çevreleyen kenar çizgilerin ortak olduğu sağ ve sol poligonlara eşit uzaklıkta olmasıdır. Thiessen yönteminde Arc/Info TM CBS programında kullanılışı aşağıdaki şekildedir.

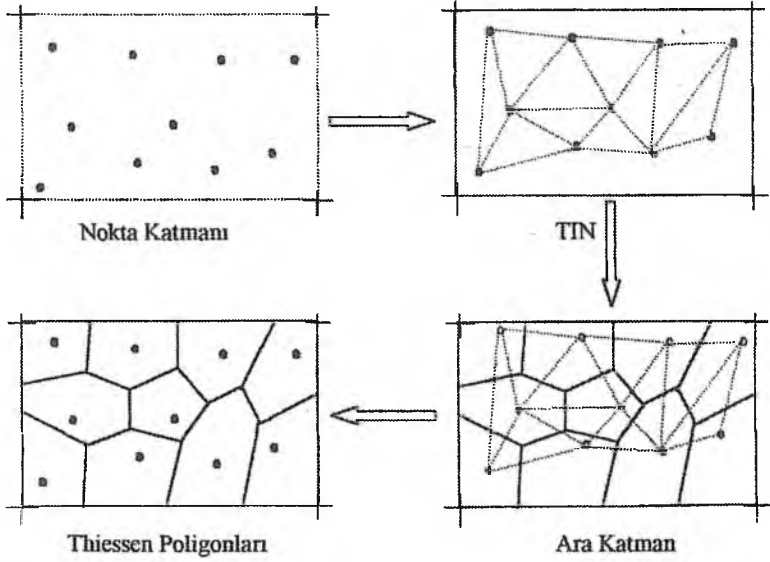
THIESSSEN < nokta-katman > Thiessen -poligon-katman > [yakınsal-tolerans]

Burada; nokta katman, Thiessen işlemine esas alınacak deneme alanlarının konumlarını gösteren nokta coğrafi detay niteliğinde bir katmandır. Thiessen -poligon- katman ise, Thiessen işlemi sonucu elde edilecek yakınsal poligon veya Voronoi poligon özellikteki katmandır. Yakınsal tolerans, bir nokta yada deneme alanı için tanımlanan alanda kalan diğer noktaları ortadan kaldırmada kullanılacak mesafedir

Thiessen poligonları, bir nokta katmanının Thiessen veya Voronoi poligonları olarak bilinen bölgelere paylaşmak için kullanılır. Her bölgede nokta katmanına ait sadece bir nokta bulunur ki bu deneme alanlarının verilerini göstermekten ibarettir. Thiessen yöntemi uygulandığında nokta katmanına ait kayıt noktaları yakınsal poligon için aynen kopyalanır. Aynı zamanda nokta katmana ait öznitelik veri tablosundaki alanlarda, her bir noktanın oluşturduğu yeni poligon için yakınsal poligon katmanında oluşacak poligonlara ait etiket noktaları nokta katmanındaki noktalar ile aynı yerdedir. Thiessen poligonları oluşturulması işlemi aşağıdaki sıraya göre olur (Şekil 4).

1. İlk olarak nokta katmanındaki bütün noktalar için üçgenin köşelerine gelecek şekilde bir TIN (Triangulated Irregular Network) oluşturulur.
2. Bu aşamada, bir önceki aşamada oluşturulan TIN yapısında üçgenlerin her bir kenarı için orta noktalar belirlenerek bu noktalardan üçgen kenarlarına dikler çizilir. Bu şekilde elde edilen dikler Thiessen poligonların kenarlarını oluşturur.
3. Son olarak oluşan poligonlar için poligon (poligonların konumsal ilişkileri) topolojisi uygulanır. Oluşan yeni poligonların etiket noktaları nokta katmanındaki noktalar ile

aynı yerdedir. Alan katmanı haline dönüştürülmüş arazinin sayısal haritası, üzerindeki verilerin birleştirilmesi ve sınıflandırılması suretiyle oluşturulur.



Şekil 4: Thiessen poligonlarının oluşturulması aşamaları
Figure 4: The process of forming thiessen polygons

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan araştırma ve inceleme sonucunda her deneme alanında belirlenen veriler; coğrafi konum ile her bir deneme alanı için "eşsiz" deneme alanı numarası (etiketi) ile ilişkiye getirilerek coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur. Bu ilişki yardımı ile de coğrafi sorgulama analizler yapılmış ve son haritalar ortaya çıkarılmıştır. Orman yetiştirme ortamı birimlerinin ayırt edilmesinde kullanılan değişkenlerin sayısal olarak simgelenmesi Tablo 1'de, her örnek alanın simgelerle ifadesi de Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1: Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin (OYOB) Ayırt Edilmesinde Kullanılan Değişkenlerin Sayısal Olarak Simgelendirilmesi

Table 1: Quantitative Symbolization Of Variables Used in Classifying Forest Sites

Anakaya	Derinlik	Taşlılık	Toprak Türü	PH(nKCl) (Tampon alanı)	Organik Madde	Yeryüzü Şekli	Bakı	Eğim	Yetiştirme Ortamı Birimi (YOB)	Güncel Verimlilik
Granit (1)	Peksiğ (1)	Taşsız (1)	KuB (1)	Ca++ (1)	Humusca F. (1)	Sırt (1)	Kuzey bakı grubu (1)	Hafif (1)	Oldukca Nemli (1)	İyi (1)
Andezit-Bazalt (2)	Sığ (2)	Az Taşlı (2)	B (2)	Silikat (2)	Humuslu (2)	Üst Yamaç (2)	Güney bakı grubu (2)	Orta (2)	Nemli (2)	Orta (2)
	Orta Derin (3)	Taşlı (3)	KB-KuKB (3)	Kolloid (3)	Çok Humuslu (3)	Orta Yamaç (3)		Dik (3)	Çok Nemli (3)	Düşük (3)
	Derin (4)	İskelet (4)		Al+3 (4)	Pekçok Humuslu (4)	Alt Yamaç (4)			Islak (4)	
	Pek Derin (5)			Fe+3 (5)		Etek (5)				

Tablo 1'de her bir özelliğe karşılık gelen sayısal simgelere OYO birimlerinin CBS ortamında hazırlanmasına esas teşkil etmiştir.

Tablo 2: Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinde Yer Alan Bazı Örnek Alanların Simgelerle İfade Edilmesi

Table 2: Representation Of Symbols Used To Identify The Forest Sites

Örnek Alan No	Ekolojik Toprak Serisi	Besin Ekonomisi	Yeryüzü Şekli Grubu	Yetiştirme Ortamı Birimi	Verimlilik Sınıfı
1	2.5.2.1/3	2.4	II,G,Hafif,Etek	Çok Nemli	1
15	1.2.2.1	2.4	III,G,Dik,OY	Oldukça Nemli	3
39	2.5.3.2	3.4	II,K,Hafif,OY	Islak	2

Örneğin, Tablo 2'deki 1 nolu örnek alanın sayısal simgelere göre açılımı: 2 (Andezit-Bazalt anakayası), 5 (pek derin), 2 (az taşlı), 1/3 (kumlu balçık/kumlu killi balçık), 2 (silikat tampon alanı), 4 (pek çok humuslu), II (ikinci yükselti-kuşağı), G (güney bakı grubu), hafif eğimli, etek, 1 (birinci verimlilik sınıfında)

Çalışma alanındaki orman toplulukları beş yükselti-iklim (IA, IB, II, IIIA ve IIIB gibi) kuşağına ayrılmıştır. Her bir yükselti-iklim kuşağındaki örnek alanların yeryüzü şekli gruplarına dağılımı gerçekleştirilmiştir. Yeryüzü şekli gruplarında bakı; kuzey bakı grubu (K, KD, KB, D) ve güney bakı grubu (G, GD, GB, B) olarak, eğim; hafif (%0-16), orta (%16-32) ve dik (> %32) olarak, yeryüzü şekli; sırt, üst yamaç, orta yamaç, alt yamaç ve etek olarak ayrılmıştır. Bu ayırıma göre örnek alanlar gruplandırılmıştır. Gruplandırma sonuçlarına örnek olması bakımından IIIA yükselti-iklim kuşağında yer alan örnek alanların dağılımı ise Tablo 3'te verilmiştir. Örneğin Tablo 3'teki 109 nolu örnek alanın açılımı şu şekilde verilebilir: Güney bakı grubu, hafif eğimli ve sırt üzerinde yer almaktadır.

Tablo 3: IIIA Yükselti-İklim Kuşağında Yer Alan Örnek Alanların Yeryüzü Şekli Gruplarına Dağılışı

Table 3: IIIA The Distribution Of Sample Sites Over Land Surface Along The Altitudinal-Climatic Zones

Bakı	Eğim (%)	Yeryüzü Şekli				Etek
		Sırt (S)	Üst yamaç (ÜY)	Orta Yamaç (OY)	Alt Yamaç (AY)	
Kuzey bakı Grubu (K)	Hafif (0-16)				5	
	Orta (16-32)		41	19,22,28,80,92,106		
	Dik >32			33,34,40,45,46,47,77,89,97,107,108,110	24,88	
Güney Bakı Grubu (G)	Hafif (0-16)	109				
	Orta (16-32)		120,131	4,23,86,90	3,76	
	Dik >32		32,60,98	6,10,11,18,29,56,59,61,62,78,83,99	7	2

Her bir yükselti-iklim kuşağındaki örnek alanların ekolojik toprak serilerine göre dağılımı yapılmıştır. Bunun için anakaya (andezit, bazalt-granit), toprak derinliği (sığ, orta derin, derin ve pek derin), taşlılık (taşsız, orta derecede taşlı, çok taşlı ve iskelet), toprak türü (KuB, B, KB, KuKB), pH (6.2-8.2, 5.0-6.2-, 4.2-5.0, 3.0-4.2), organik madde (humusca fakir < %2.1; çok humuslu %4.1-10.1; pek çok humuslu > % 10) ve aktüel verimlilik (düşük=IV, V; orta=III ve iyi=I, II) şeklinde gruplandırılmıştır. Gruplandırma sonuçlarına göre örnek olması bakımından IIIA yükselti-iklim kuşağında yer alan örnek alanların dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: IIIA Yükselti-İklim Kuşağında Granit Anakayası Üzerinde Örnek Alanların Ayırt Edilen Ekolojik Toprak Serilerine Dağılımı

Table 4: IIIA The Distribution Of Samples Points Over The Determiend Ecological Soil Series Within The Granite Bedrock and Altitudinal-Climatic Zone

ANAKAYA	DERİNLİK	TOPRAK TÜRÜ					
		TAŞLILIK	KuB	KuB/KB	KB-KuKB	KB/KuB	
Örnek Alan No: 7,10,18,19,22, 23,29,46,47,83, 86,88,89,90,92, 106,107	Sığ	Az T. : 46 Çok T. : 7	46	7			
	Orta Derin	Az T. : 106 Orta T. : 18	106			18	
	Derin	Az T. : 22 Orta T. : 23,83,90,92	22,83,90,92	23			
	Pek Derin	Az T. : 10,19,29 Orta T. : 47,86,89,107 Çok T. : 88	10,19,29,88,89, 107			47,86	
	pH (nKCl) sınıfları	6.2-8.2					
		5.0-6.2		10,19,22,83,88,8 9,90,92	7,23		47,86
		4.2-5.0		29,46,106,107			18
		3.0-4.2					
	Organik madde (%)	Humusca Fakir <2.1					
		Humuslu 2.1-4.0					
Çok Humuslu 4.1-10.0			10,29,46,83,89,9 0,92,106			18,47,86	
Pek Çok Humuslu >10			19,22,88,107	7,23			
Aktüel Verimlilik	Düşük (IV,V)					18,86	
	Orta (III)		10,22,29,46,83,8 8,89,90,106, 107	7,23			
	İyi (I,II)		19,92			47	

Az T. : Az Taşlı

O.T. : Orta Derecede Taşlı

Ç.T. : Çok Taşlı

KuB : Kumlu Balçık

KB : Killi Balçık

KuKB : Kumlu-Killi Balçık

Örneğin Tablo 4'deki 7 nolu örnek alanın açılımı: Granit anakayası üzerinde, sığ, çok taşlı, kumlu balçık/killi balçık, silikat tampon alanında, pek çok humuslu ve orta verimlilik sınıfında yer almaktadır.

Yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılmasında en son kademeyi su ve besin ekonomisine göre yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Çalışma alanında su açığının bulunmaması bu yetiştirme ortamında nemli şartların varlığını ortaya koymaktadır. Nemli şartlar ise yeryüzü şekli özelliklerine bağlı olarak kendi içinde; oldukça nemli, nemli, çok nemli ve ıslak olarak 4 grupta toplanmıştır. Bulguların derlenerek daha kolay kavranabilmesi için her yükselti-iklim kuşağında; yeryüzü şekli-ekolojik toprak serisi-su ekonomisi kademelerine göre orman yetiştirme ortamı ve bu birimlerdeki örnek alan numaraları verilerek düzenlenmiştir. Güncel verim gruplarının sıralanması, gösterge bitkiler ve gösterge olabilecek bitkiler bu tabloda yer almıştır (Tablo 6). Gruplandırma sonuçlarına örnek olması bakımından IIIA yükselti-iklim kuşağında yer alan örnek alanların dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 1, 2, 3 ve 4 birleştirilerek elde edilen bulgular Tablo 5'de özetlenmiştir. Burada, yetiştirme ortamı sınırlarının geçirilmesi yaklaşık bir hayli önem arz etmektedir. Yetiştirme ortamı birimleri haritasının oluşturulması CBS'in sunduğu Thiessen yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde çalışma alanına ait öznitelik veriler ile birlikte çalışma alanını kapsayan topoğrafik haritalardan alınan grafik veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonraki aşamada ise sayısal olarak depolanan bu veriler bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan Arc/Info yazılımı kullanılarak çeşitli coğrafi analiz ve değerlendirme işlemlerine tabi tutulmuştur.

İlk aşama olarak grafik veriler birer katman haline getirilmiş ve bu grafik verilere ait öznitelik veriler (yükseklik bilgileri) girilmiştir. Böylece eşyüksekti eğrili harita elde edilmiştir. Bu haritadan faydalanılarak çalışma alanına ait üç boyutlu sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Bu model yardımıyla çalışma alanının eğim grupları ve bakı haritaları elde edilmiştir. Daha sonra harita üzerine aktarılmış deneme alanlarının yerleri nokta katman olarak sayısallaştırılmıştır. Daha önceden bu deneme alanlarına ait öznitelik veriler de bilgisayar ortamına girildiğinden veri toplama ve bu verilerin bilgisayara aktarılması tamamlanmıştır.

Konumsal verilerin bundan sonraki aşamada yetiştirme ortamı birimlerinin ayırımında gözetilen kriterler dikkate alınarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz, değerlendirme ve yorumlama işlemleri sonucu, ormancılık çalışmalarına temel teşkil edecek olan yetiştirme ortamı birimleri haritası elde edilmiştir (Şekil 5).

Table 5: IIIA Yükselti-İklim Kuşağında Granit Toprakları Üzerindeki Yetiştirme Ortamı Birimleri
Table 5: IIIA The Forest Sites Over The Granite Soil Types and Along The Altitudinal-Climatic Zones

Yeryüzü Şek.		Sırt (1)			Üst Yamaç (2)			Orta Yamaç (3)			Alt Yamaç (4)			Etek (5)					
Eğim-Bakı		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)			
		<16	16-32	> 32	<16	16-32	> 32	<16	16-32	> 32	<16	16-32	> 32	<16	16-32	> 32			
		K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G			
Sığ <50 cm	Az Taşlı (2)	KuB								46									
		KuB/KB								C,N									
		KB/																	
		KuKB																	
	Taşlı (3)	KB/KuB																	
		KuB																	
		KuB/KB																	
		KB/																	
	Çok taşlı	KuKB																	
		KB/KuB																	
		KuB																	
		KuB/KB																	
Orta derin 50-75 cm	Az Taşlı (2)	KB/																	
		KuKB																	
		KB/KuB																	
		KuB								106									
	Taşlı (3)	KuB/KB								N									
		KB/																	
		KuKB																	
		KB/KuB																	
	Çok taşlı	KuB																	
		KuB/KB																	
		KB/																	
		KuKB																	
	KB/KuB																		
	KuB																		
	KuB/KB																		
	KB/																		
	KuKB																		
	KB/KuB																		
	KuB																		
	KuB/KB																		

Yeryüzü Şek. Eğim-Bakı	Sırt (1)			Üst Yamaç (2)			Orta Yamaç (3)			Alt Yamaç (4)			Etek (5)				
	(1) <16	(2) 16-32	(3) > 32	(1) <16	(2) 16-32	(3) > 32	(1) <16	(2) 16-32	(3) > 32	(1) <16	(2) 16-32	(3) > 32	(1) <16	(2) 16-32	(3) > 32		
	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G	K G		
Derin 75-100 cm	Az Taşlı (2)	KuB							22								
		KuB/KB							N								
		KB/ KuKB															
		KB/KuB															
	Taşlı (3)	KuB							92	90		83					
		KuB/KB							N	N		N					
		KB/ KuKB								23							
		KB/KuB								N							
	Çok taşlı	KuB															
		KuB/KB															
		KB/ KuKB															
		KB/KuB															
Pek Derin > 100 cm	Az Taşlı (2)	KuB						19			10-29						
		KuB/KB						N			N						
		KB/ KuKB															
		KB/KuB															
	Taşlı (3)	KuB										89					
		KuB/KB										107					
		KB/ KuKB										N					
		KB/KuB									86	47					
Çok taşlı (4)	KuB													88			
	KuB/KB													CN			
	KB/ KuKB																
	KB/KuB																

Ç. N: Çok nemli O. N: Oldukça nemli N: Nemli

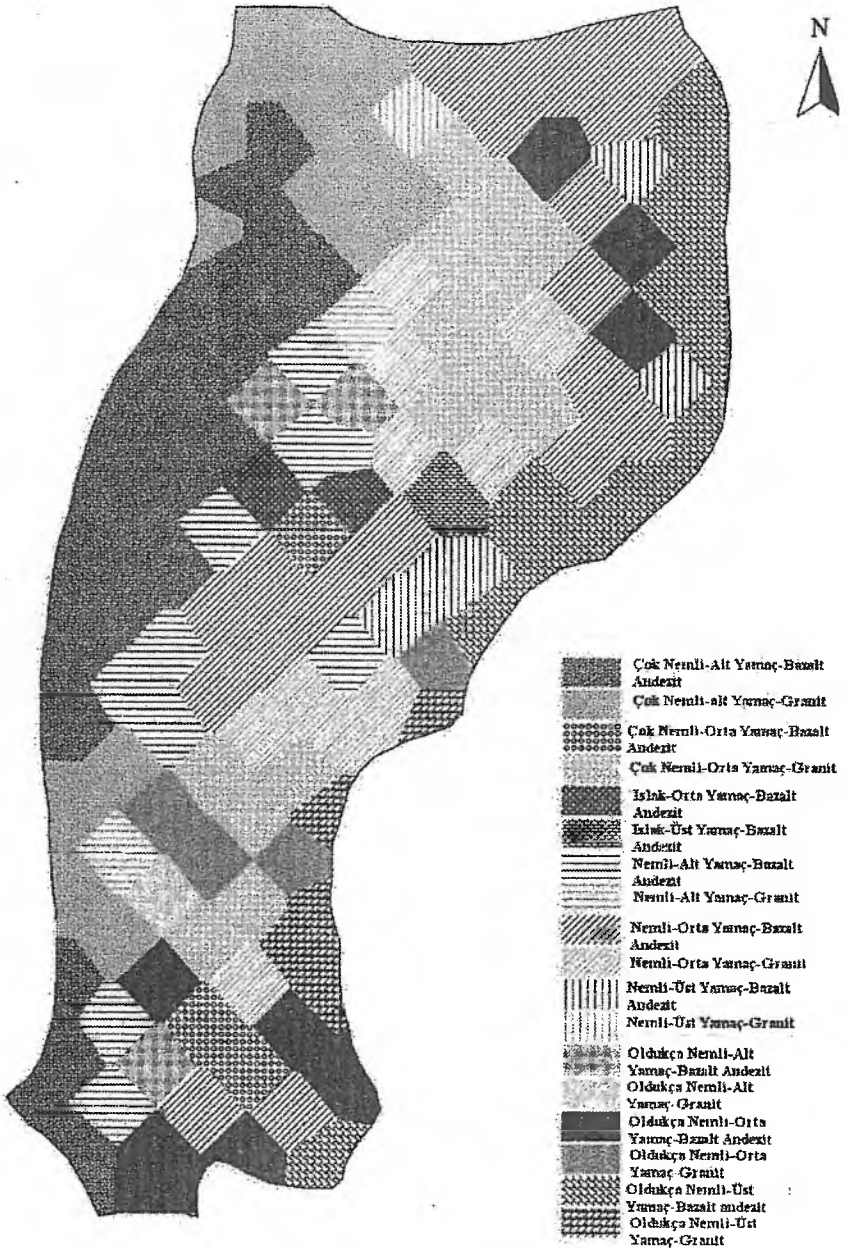
Tablo 5'in Devamı
(Continued from Table 5)

Yetiştirme Ortamı Birimi (Su Ekonomisi)	Ekolojik Toprak Serisi (Su Kapasitesi)	Yeryüzü Şekli Grubu (Güneşlenme ve Su Sızdırma)	Ornek Alan Numarası Verimlilik Sınıfı	Gösterge Bitki (G) Gösterge Olabilir (g) Bitki Numarası
(1) Oldukça Nemli	1.3.3.4	3.3 G	18/3	(G)
	1.5.3.4	3.2.G.OY.DE G	86/3	25,26,27,43,80,111,112,116 (g) 51
(2) Nemli	1.2.4.2	4.3 G AY DE G	7/2	(G)
	1.3.2.1	3.2 K	106/2	25,26,27,43,80,111,112,116
	1.4.2.1	3.2 K	22/2	(g) 51,64,91
	1.4.3.1	3.2 K	92/2	
	1.4.3.1	3.2 G	90/2	
	1.4.3.1	3.3.G	83/2	
	1.4.3.1	3.2 G	23/2	
	1.5.2.1	3.3 G	10/2 – 29/2	
	1.5.3.1	3.3.K	89/2 – 107/2	
1.5.2.1	3.2. K	19/1		
(3) Çok Nemli	1.5.4.1	4.3 K	88/2	(G)
	1.2.2.1	3.3 K	46/2	25,26,27,43,80,111,112,116
	1.5.3.4	3.3 K	47/1	

Tablo 6: IIIA Yükselti İklim Kuşağında Gösterge (G) ve Gösterge Olabilecek (g) Bitki Listesi

Table 6: IIIA The List Of Indicator Or Potential Indicator Species Along The Altitudinal-Climatic One

Bitki No	Gösterge Bitkiler (G)	Bitki No	Gösterge Olabilecek (g) Bitkiler
25	<i>Daphne glomerata</i>	51	<i>Isoethecium myurum</i>
26	<i>Danthonia calycina</i>	64	<i>Oxalis acetosella</i>
27	<i>Dichranum spicatum</i>	91	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>
43	<i>Gynocarpium gracile</i>		
80	<i>Plantoga lanceolata</i>		
111	<i>Salvia virgata</i>		
112	<i>Salvia verticellata</i>		
116	<i>Trifolium pratense</i>		



Ölçek: 1/20000

Şekil 5: Örnek yetişme ortamı birimleri haritası
Figure 5: The map of forest sites

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Orman Üstü Serisinde Orman yetiştirme ortamı biriminin ayrılması ve haritalarının düzenlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Araştırma alanında kayın+ladin (1400-1600 m), ladin+kayın (1600-1750 m), ladin+göknaar (1750-1850 m) karışık orman toplulukları ile saf ladin (1850-2000 m) ve ladin+ardıç (2000-2100 m) orman toplulukları olmak üzere beş ayrı yükselti - iklim kuşağı ayırt edilmiştir. Yapılan genel iklim analizlerine göre araştırma alanında su açığının olmadığı belirlenmiş ise de, yetiştirme ortamlarının su ekonomisi açısından mevcut durumu değerlendirilmiş, beslediği su kaynakları ve suyun topraktaki durumuna göre oldukça nemli, nemli, çok nemli ve ıslak olmak üzere dört grupta toplanmıştır.

Eğim sınıfları dağılımına göre örnek alanların %12.1'i hafif, %30.3'ünün orta ve %57.6'sının dik eğimli arazilerde yer aldığı, arazi yüzü şekline göre ise %75.5'inin yamaç arazilerde (OY, AY ve Etek), %24.5'inin de sırt düzlükleri ve üst yamaçlarda yer aldığı görülmüştür.

Örnek alanlar anakaya yönünden değerlendirildiğinde; %37.1'inin granit ve %62.9'unun andezit-bazalt üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Toprak derinliği bakımından ise %88.7'sinin orta derin, derin ve pek derin topraklar üzerinde, %11.3'ünün de pek sığ ve sığ topraklar üzerinde olduğu, toprakların %89.3'ünün az ve orta derecede taşlı, %10.7'sinin çok taşlı ve iskelet toprağı özelliğı taşıdığı anlaşılmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi gibi topoğrafik yapıya sahip olan alanlarda orman yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılarak haritalarının yapılması için, öncelikle yükselti-iklim kuşaklarının ayrımı yapılmalı, daha sonra her bir yükselti-iklim kuşağı içerisinde yetiştirme ortamı birimleri (YOB) ayrılmalıdır. YOB'lerinin ayrımında; ölçülebilen çok sayıdaki çevre etmeninden orman ekosisteminin gelişimini etkisi altında bulandıran minimumdaki etmen ile bunu doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen etmen veya etmenler ölçü olarak alınmalıdır. Hangi yetiştirme ortamı etmen veya etmenlerinin kriter olarak alınacağı konusundaki karar, yetiştirme ortamı incelemelerinden elde edilen bilgilere göre verilmelidir. Yukarıdaki temel esaslara bağlı kalmak koşuluyla, ölçü alınacak değişkenlere ilişkin veriler elde edilirken; emek, zaman ve ekonomik avantajlar da dikkate alınmalıdır.

Bu çalışma ile dünya teknolojisindeki gelişmelere ayak uydurulmuş olacak ve gelişmeler çerçevesinde ormancılık hizmet ve uygulamalarının daha hızlı, ekonomik ve etkin bir şekilde yürütülmesi ve uygulayıcı birimler arasında ilişkilerin sağlanması kolaylaşacaktır. Bilindiğı gibi her türlü planlamanın temeli güvenilir bilgiye dayanmaktadır. Bu bakımdan ormancılıkta sağlıklı bilgilerin hızlı bir şekilde elde edilebilmesi için; çağdaş teknolojik imkanların devreye sokulması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda, CBS'lerin ormancılık hizmetlerinde kullanımı önem kazanmaktadır. Böylece, orman alanlarına ait konumsal verilere kolayca ulaşılacak, değerlendirilecek, değişiklikler izlenebilecek ve kombine edilebilecektir. Ayrıca, bu verilerin çok amaçlı kullanımına yönelik olması maliyeti düşürüp etkinliğini artıracaktır.

Dünya artık bilgi toplumu olma yönünde hızla ilerlemekte ve bu yarışmada yer almayan ülkelerin toplumlarına hayat hakkı tanımayacağı gibi riskli bir çağda yaşamaktayız. Bilgi çağına adım atmış ülkelerdeki hemen hemen bütün ormancılık faaliyetleri, temeli sağlam atılmış yani ekosistem verileri ile donatılmış bir sayısal coğrafi veri tabanına oturtularak başarılı bir ormancılık sergilenmektedir. İşte bu amaca hizmet açısından ele alınmış bu makalede, yetiştirme ortamı ile ilgili konumsal verilerin bilgisayar ortamında nasıl işleneceğı gösterilmiştir. Orman yetiştirme ortamı haritaları, ormancılık pratiğı açısından, yetiştirme ortamı koşullarına uygun

ormancılık uygulamaları yapmayı mümkün kılar. Yine bu haritalar, işletme ünitesinde iklim, toprak oluşumu ve arazi şekli bakımından farklı arazi parçalarının meydana çıkarılması, ormandan verimin artırılması, doğal afetlere karşı önlemler alınması, teorik ormancılık önlemlerinin pratiğe uygulanması, silvikültür planlaması, silvikültürel müdahaleler ve nihayet yetiştirme ortamı verim gücünün yükseltilmesi konularında uygulayıcı için temel başvuru imkanları olmaktadır.

Sonuç olarak, çalışma sonunda elde edilen haritalar, sayısal olarak bilgisayar ortamında yapıldığı ve depolandığından, bunların güncelleştirilmesi ve özellikle de üzerlerinde çeşitli işlemlerin yapılması oldukça kolaylaşacak, güvenilirliği de artacaktır. Bugün orman envanterinin yapılmasında zaman ve emek kaybı olduğu için yetiştirme ortamı envanteri yapılamamaktadır. CBS kullanılmasıyla yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılması ve haritalarının yapılması, işlemin ilk aşamasını oluşturan, verilerin bilgisayar ortamına girilmesi, en önemli ve en fazla zaman gerektiren safhasını oluşturmaktadır. Bütün koşullar uygun olduğunda, bu şekilde yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılması ve dolayısıyla haritaların yapımı için verilerin girişi işlemi, en fazla günde 6 saatlik çalışma ile 1 aylık bir sürede gerçekleştirilebilir. Bundan sonra yapılan analiz ve yorumlama işlemleri ile haritaların düzenlenmesi daha kolay ve hızlı olacaktır. Böylece ormancılık sektöründe görev alan orman mühendisi teknik elemanların kadastro, orman amenajmanı, silvikültür, ağaçlandırma, orman yetiştirme ortamı gibi konularda kullanacakları altlıkların aynı ölçekte olması sağlanmış olacaktır. Bu sayede herhangi bir ihtiyaç için başvurulduğunda birbirinden farklı altlıklarla karşılaşılmayacak, dolayısıyla duyarlılığından kuşku duyulan veriler olmayacaktır.

Gerek ağaçlandırmaların isabetli olarak yapılması, arazinin kullanım kabiliyetine göre işletilmesi, ormanın fonksiyonel olarak planlanması ve gerekse de amenajman ve silvikültür planlarının isabetli hazırlanması, çok iyi derecede hazırlanmış her an etkili bir şekilde kullanılabilir yetiştirme ortamı verilerine veya haritalarına doğrudan bağlıdır. Bugün Kanada, Almanya, A.B.D ve Finlandiya gibi gelişmiş ülkelerde, ormancılık alanında bilgisayar destekli yetiştirme ortamı haritaları yapıldığı halde, ülkemizde halen, yetiştirme ortamı haritaları geleneksel yöntemlerle düzenlenmekte ve dolayısıyla ormancılık çalışmalarını önemli derecede sekteye uğratmaktadır.

Doğal gençleştirme yöntemi ve uygulama tekniğini, ekolojik koşullardan ve ağaç türlerinin biyolojisinden soyutlama olanağı yoktur. Yöntemin seçimi ve uygulama tekniğinde bu faktörlerin etkisi büyüktür. Hangi gençleştirme yöntemi olursa olsun, silvikültürel uygulama tekniğindeki değişiklikler orman ikliminde ve lokal ekolojik koşullarda da değişikliklere yol açar. Bu konuya açıklık kazandırmak için önce ekolojik faktörlerden her birini ele almak ve sonra da bu faktörlerin birbiriyle ve gençleştirme tekniği ile ilişkilerini incelemek gerekir.

Gençleştirme bakımından bizi ilk planda doğrudan doğruya özel mevkinin nitelikleri ya da lokal koşulları ilgilendirmektedir. Genel mevki özellikleri daha çok özel mevkinin değerlendirilmesinde yardımcı olurlar. Aynı muntıkada, ayrı iki gençleştirme alanından hangisinin doğal gençleştirmeye daha elverişli olduğunun saptanması, özel mevki faktörleri ile toprak faktörünün de hesaba katılması ile mümkündür. Silvikültür pratiğinde bu özellikleri her zaman gerektiği kadar inceleme imkanı yoktur. Mevki ve toprak faktörlerinden (dış toprak durumu, humus formları, üst toprağın nem durumu, toprak derinliği, tekstür, strüktür), olumlu ve olumsuz etkiler bir araya geldiklerinde yapay gençleştirme ya da doğal gençleştirme tekniklerinin seçimine karar verilebilecektir. Aynı ağaç türünde teknik değişikliklere zorlayan nedenler, yetiştirme ortamı koşullarıdır. Tüm bu anlatılanlar ışığında yetiştirme ortamı verilerinin daha hızlı, ekonomik ve güvenilir olarak elde edilmesi, haritalanarak sürekli kullanılabilir olması yapılan bu tür çalışmalarla mümkün olmaktadır.

**FOREST SITE CLASSIFICATION WITH GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEMS (GIS)
(A CASE STUDY IN FACULTY RESEARCH FOREST)**

**Y. Doç. Dr. Lokmân ALTUN
Doç. Dr. Emin Zeki BAŞKENT
Ar. Gör. Murat YILMAZ
Prof. Dr. H. Zeki KALAY
Y. Doç. Dr. İbrahim TURNA**

Abstract

This research was designed to examine data gathering and analyzing process for classifying and interpreting a specific forest based on ecological units. About 132 sample plots were systematically established with 216 x 216 m intervals in the study area of 645 ha within the faculty research forest of Karadeniz Technical University, Ormanüstü Planning Unit of Maçka Forest Enterprise, Trabzon. Site classification is conducted by combining climate, physiographic and vegetation classification procedures using spatial analysis functions of Geographic Information Systems (GIS). Since there was no water shortage in this study area and the research site was relatively small, it was easily classified into a humid or moist temperate climate zone.

Forest site classification was demonstrated successfully for the first time in Turkish forestry using GIS. The technology allowed us to store, analyze and demonstrate the tedious and costly procedures of forest site classification. This automated process provides more accurate, fast accessible, sound, up-to-date and more efficient data base for use in forestry at large and especially in forest management planning.

SUMMARY

This research examines data gathering and analyzing process for classifying and interpreting a specific forest site according to the degree of site productivity. Forest site classification and thus forest site mapping based on ecological units were emerged. About 132 sample plots were systematically established with 216 x 216 m intervals in the study area of 645 ha with-

in the faculty research forest of Karadeniz Technical University, Ormanüstü Planning Unit of Maçka Forest Enterprise, Trabzon. The research forest is located between 40° 48' 45'' - 40° 43' 25'' north latitudes and 39° 36' 41'' - 39° 28' 39'' east longitudes, an area within the Eastern Black Sea region of Turkey. Elevation ranges from 1700 to 1900 m with an average of 1859 m. The research area situates on a steep topographic surface with a slope ranging from 32% to 70%.

Site classification in the study is conducted by combining climate, physiographic (soil and its associated landforms) and vegetation classification procedures. Since there was no water shortage in this study area and the research site was relatively small, it was easily classified into a humid or moist temperate climate zone.

As far as landform or physiographic classification is concerned, the research area was classified into five different elevation-climate zones. The area was initially classified into five elevation zones; < 1400m, 1400-1600m, 1600-1750m, 1750-1850m, and >2000m. The sample points in each of these zones were distributed according to physiographic structure of the area.

The landform was stratified by slope and aspect subzones. East, north, north west and north east aspects were included in north aspect subzone and the rest was grouped as south aspect subzone. The landscape was stratified into three slope groups: gentle slope (0-16%), medium slope (16-32%) and steep slope (> 32%). The landscape surface was further stratified into five surface subzones; ridge, upper ridge, mean ridge, lower ridge and the periphery. The sample points were further grouped according to this physiographic stratification.

Soil classification was carried out in each of the elevation-climate zones using the soil samples. Therefore, the soil was classified into bedrock types (andesite, basalt-granite), soil deepness (shallow, medium deep, deep, and quite deep), rockiness (no rocks, sparsely distributed rocks, densely packed rocks), soil texture (sandy loam, loam, clay loam, sandy clay loam), pH (6.2-8.2, 5.0-6.2, 4.2-5.0, 3.0-4.2), organic matter (poor humus < 2.1; medium level humus 4.1-10.1; rich humus > 10) and the current productivity (low=IV, V; medim=III and good=I, II).

In this research, vegetation classification was conducted using the central European or Braun-Blanquet approach. Simply stated, the vegetation types were determined using flora analysis table. Since there was no water shortage in the research area, we used dominant types of the site in identifying ecological units. Furthermore, the indicator species have helped to synchronize further the classification process.

Total 14 features were determined for each soil sample by subjecting 494 soil samples to chemical and physical analysis. Topographic parameters were used to delimit the forest sites while bedrock, soil depth, rockiness, soil texture, pH in surface horizon, organic matter in Ah horizon and the current productivity were used to determine ecological units. Given that, forest site maps such as soil depth, soil texture, rockiness, topographic surface or landforms, slope groups and thus forest sites were produced using some of the spatial analysis functions of Geographic Information Systems (GIS).

The spatial analysis function used in this study is the nearest neighborhood approach that creates Thiessen polygons, which refer to the classified forest sites. Known as Voronoi polygons, the Thiessen polygons are normally generated from sample data points, referring to the soil samples here in this study, by predicting the attributes of unsampled locations using the nearest single data points. The polygons divide the total region up in a way that is totally determined by the configuration of the data points with one observation per data point. The lines joining the data points show triangulation from which the final polygons are generated. The lines are auto-

matically drawn such that any location within the region is closer to the region 's point than to the point of any other region.

Using the nearest neighborhood spatial analysis technique provided by most GIS products, which we used Arc/Info commercial GIS product, proximal polygons of interest were generated from point data. Here, the proximal polygons that we generated were soil type polygons, soil depth polygons, pH polygons and vegetation polygons. Other polygons could also be generated as long as the related attribute information is in place. Specifically, any observed or measured variable in each soil sample could be used to generate a thematic map about forest site classification. In the end, however, we used the appropriate combination of these polygons to generate the composite map to show the forest sites.

In conclusion, forest site classification was demonstrated successfully for the first time in Turkish forestry using the advanced information technologies (i.e., GIS) available at the time. The technology allowed us to store, analyze and demonstrate the tedious and costly procedures of forest site classification. This automated process provides more accurate, fast accessible, sound, up-to-date and more efficient data base for use in forestry at large and especially in forest management planning.

Forest site classification has been one of the major problems of Turkish forestry for long time. With the automated procedure of forest site classification as demonstrated in this study, afforestation activities, silvicultural prescriptions and thus forest management decisions as well as land use planning will be based on sound site information and thus appropriate actions will be implemented on the ground. We believe that it is necessary to explore opportunities for mainstreaming forest site classification across the country. However, the method should be refined before large scale implementation depending on the resources available.

KAYNAKLAR

ALTUN, L.; 1995. Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Ormanüstü Serisinde Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ANŞİN, R., 1979. Trabzon-Meryemana Arştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar, Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş., Trabzon.

BURROUGH, P.A.; McDONEL, R.A., 1998: Principles of geograpic information systems, Oxford University Press, 333p.

ÇEPEL, N., 1966. Orman Yetiştirme Tanıtımının Pratik Esasları ve Orman Yetiştirme Ortamı Haritacılığı, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

ÇEPEL, N., 1995. Orman Ekolojisi Ders Kitabı. İ.Ü. Yayın No: 3886, Sosyal B.M.Y.O. Yayın No: 433,

ERİNÇ, S., 1984: Klimatoloji ve Metotları, İ.Ü. Yayın No:3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın No:2, Gür-Ay Matbaası, İstanbul.

GÜLÇUR, F. 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları. İ.Ü. Yayınları, Yayın No:1970, Orm. Fak. Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.

KANTARCI, M.D., 1980: Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Yayın No:2636, Orman Fakültesi Yayın No: 275, İstanbul.

SEÇKİN, B., 1993: Ülkemiz Ormanlarının Silvikültürel Hedefleri ve Amenajman İlişkileri. 1. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları Cilt 3, (285-295), Ankara.

SEÇKİN, B.; KAHVECİ, O., 1993: Ülkemiz Ormancılığında silvikültürel Uygulamaların Gelişimi Sorunları ve Çözüm Önerileri. I. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları Cilt 3, (296-304), Ankara.

YALANCI AKASYA (*Robinia pseudoacacia* L.) ODUNUNDAN ÜRETİLEN YONGA LEVHALARDA TOMRUK DEPOLAMA SÜRESİ VE KABUK ORANININ FORMALDEHİT EMİSYONUNA ETKİSİ

Y. Doç. Dr. Gökay NEMLİ¹⁾
Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU¹⁾
Arş. Gör. Semra ÇOLAK¹⁾
Arş. Gör. İsmail AYDIN¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada depoda yalancı akasya tomruklarının bekletilmesi yanında, yalancı akasya kabuğunun da belli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılması durumunda formaldehit emisyonundaki meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir. Depoda bekletilmiş yalancı akasya tomruklarından elde edilen yongalardan üretilmiş levhaların formaldehit emisyonu taze kesilmiş ağaç odunlarından üretilmiş olanlardan daha fazladır. Ancak depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu miktarlarında belirgin farklılık bulunmamıştır. Diğer taraftan orta tabaka yongalarına yalancı akasya odunu kabuğundan %12,5 ve %25 oranında ilave edilmesi durumunda deneme levhalarının formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür.

1. GİRİŞ

Doğal dayanıklılığı farklı olan odun türleri tomruklarının depoda uzun süre koruma tedbiri almadan bekletilmeleri halinde kimyasal, fiziksel, mekanik ve kalite özelliklerinin değişmesi ağaç türüne göre farklılıklar göstermektedir. Böylece farklı odun türlerinin depoda bekleme süresinin bunlardan üretilen yonga levhaların yukarıda belirtilen özellikleri üzerine etkisinin

¹⁾ K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 61080-Trabzon

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 25.01.2002

farklı olacağı belirgindir. Yapılan bir araştırmada ladin ve huş tomruklarından taze halde ve depoda bekletildikten sonra üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu yeni kesilmiş ladinde depolanmış olanlardan üretilenlere göre daha yüksek, ancak huş tomruklarından üretilen yonga levhalarda ise bunun tersi sonuçlar elde edilmiştir (KEHR/WEHLE 1988). Hanetho (1987), kış mevsiminde kesilmiş çam ağacı odununu taze halde ve depoda bekletildikten sonra yonga levha üretiminde hammadde olarak değerlendirmiş ve ormandan kesiminden hemen sonra yonga levha üretiminde kullanılanların yapışma problemi ortaya çıkardığını bildirmiştir. Ancak bu hususun daha çok odunun pH değişimleriyle ilgili olacağı için kullanılacak tutkal türüne göre farklılık göstermesi mümkündür. Yapılan bir kısım çalışmalarda öz odunundan üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu diri odunundan üretilenlerinkinden daha düşük olduğu ifade edilmekte ve bunun nedeni olarak öz odununun fenolik ekstraktifleriyle formaldehit arasındaki olası bir reaksiyon gösterilmektedir (LELIS ve ark. 1993; 1994). Diğer taraftan odun türü ve depolama süresine bağlı olarak odunda bir kısım ekstraktiflerle düşük moleküllü şeker miktarlarında farklı oranlarda bir azalma olduğu literatürde bildirilmektedir (MARUTZKY 1986). Bu husus çimentolu yonga levha endüstrisinde pozitif bir etki göstermektedir. Bu açıklamalara göre depolama süresi içinde odunda, elde edilecek kereste ve kaplama gibi malzemelerde kalite özelliklerini düşürücü oluşumlar yanında kimyasal yapıdaki değişimler de meydana gelmektedir. Özellikle depolamayla odun pH'ında meydana gelecek değişimler odunun yapıstırılarak kullanılacağı üretimlerde tutkal reçetelerinin modifiye edilmesini gerektirebilmektedir. Bunların yanında yapıstırıcı olarak üretilen formaldehit tutkalının kullanıldığı levha ürünlerinde, odunun depolanmasıyla kimyasal yapısında oluşan değişimler, formaldehit ayrışma miktarını etkileyecektir. Ancak bu etkinin miktarı odun türünün kimyasal yapısı yanında, odunun depolama şartları sırasındaki iklimsel faktörler ve odunun kesim zamanı ile yakından ilgili olacağı düşünülmektedir. Yonga levha üretiminde kabuk oranının artmasının formaldehit emisyonunu azalttığı bilinmektedir (ROFFAEL 1982; CHEN/PAULITSCH 1974; ÇOLAKOĞLU ve ark. 1993). Bunun daha çok kabuktaki polifenolik maddelerle yıkanabilir asitlerin oduna göre daha fazla olmasından kaynaklandığı ifade edilirken, farklı ağaç türü kabukları ile odunlarının ekstraktiflerinin miktarı ve türüne göre formaldehitle reaktivitesinin farklı olacağı bildirilmektedir (PRASETYA/ROFFAEL 1991; LELIS/ROFFAEL 1995). Bu nedenden dolayı bu çalışmada depoda tomrukların bekletilmesi yanında, yalancı akasyanın kabuğunun da belli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılması durumunda formaldehit emisyonundaki meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Yonga levha üretimi için Trabzon-Beşikdüzü bölgesinde 22 yaş grubundaki yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) odunlarından bir kısmı ormanda kesimden hemen sonra (taze) yongalanmış diğer bir kısmı ise orman içinde yaklaşık 1 yıl herhangi bir koruma tedbiri almadan bekletilmiştir. Yongalama işlemi öz odun ve diri odun ayırımı yapılmamıştır. Kabuklu olarak depolanan gövdelerinin bir kısmında az miktarda mantar oluşumuna rastlanmıştır. Depolama sonunda bu tür oluşumların görüldüğü kısımlar yonga üretiminde değerlendirilmemiştir. Diğer taraftan kesimden hemen sonra yonga haline getirilecek olanların kabukları soyulmuştur. Elde edilen bu kabuklarda yongalanmış ve Tablo 1'de belirtilen oranlarda taze kesilmiş odunlardan elde edilen yongalara ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış yonga karışımı levhaların sadece orta tabakasında kullanılmıştır. Yongalar 90°C sıcaklıkta %3 rutubete kadar kurutulmuşlardır. Yongaların tutkalanması, tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabaka için %8 ve dış tabaka için %10 olacak şekilde üretilen formaldehit tutkalıyla (Ü/F mol oranı = 1/1,74) gerçekleştirilmiştir. Tutkala sertleştirici olarak %30' luk NH₄Cl'den %1 oranında ilave edilmiştir. Üç tabakalı de-

neme yonga levhaların üretilmesinde, pres sıcaklığı 150°C, presleme süresi 6 dakika ve pres basıncı 27,5 kg/cm² ayarlanan tek katlı pres kullanılmıştır. Her bir deneme grubu için üç adet levha üretilmiştir. Yonga levhaların yoğunluğu yaklaşık 0,65 g/cm³'dür. Yonga levhaların formaldehit emisyonu üretim tarihinden bir hafta sonra EN 717-3'e göre belirlenmiştir. Yalancı akasya yongalarından laboratuvar şartlarında üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonuna tomruk depolama ve yonga karışımındaki kabuk oranın etkilerini belirlemek için basit varyans analizleri uygulanmıştır. Etkilemenin anlamlı çıkması durumunda ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca hammadde olarak kullanılan odun örneklerinin asetil gruplarındaki farklılığı ortaya koyabilmek için IR-spektrumları da çekilmiştir.

Tablo 1: Deneme Levhalarının Üretim Planı

Table 1: The Experimental Design

Levha Tipi Board Type	Taze Odun % Fresh Wood	Kabuk Oranı ¹⁾ % Bark Ratio	Beklemiş Odun (%) Stored Wood
A	100	-	-
B	93,75	6,25	-
C	87,50	12,50	-
D	75	25	-
E	75	-	25
F	50	-	50
G	-	-	100

1) Sadece orta tabaka için geçerlidir.

3. BULGULAR

Deneme yonga levhalarının şişe yöntemiyle EN 717-3'de belirtilen esaslara göre fotometrik olarak belirlenen formaldehit emisyonu ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu değerlere ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları ise Tablo 3 ve 4'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Deneme Yonga Levhalarının Formaldehit Emisyonu Ortalamaları

Table 2: The Averages Formaldehyde Emission of Particleboards

Levha Tipi Board Type	Levha Rutubeti (%) Moisture Content of Boards (%)	Formaldehit Emisyonu (mg/100 g) Formaldehyde Emission
A	7,5	2,14
B	7,4	2,13
C	7,4	1,97
D	7,6	1,91
E	7,5	2,16
F	7,4	2,31
G	7,5	2,51

Tablo 3: Depoda Bekletilmiş Odunlardan Elde edilen Yonga Oranının Formaldehit Emisyonuna Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table 3: Variance Analysis Results Own to Effects of Particle Using Ratio From Stored Wood on The Formaldehyde Emission

Varyans Kaynakları Variance Sources	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Squares	F-Oranı F-Ratio	Önem Düzeyi Significant Level
Gruplar Arası Between Groups	0,2624	6	0,0875	9,9	**
Gruplar İçi Within Groups	0,0707	14	0,0088		
Toplam Total	0,3331	20			

Taze kesilmiş ağaç odunları ile depoda beklemiş odunlardan farklı oranlarda karışımlarıyla üretilen deneme levhalarının formaldehit emisyonu ortalama değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir. Burada hesaplanan F değeri 0,01 hata payı ile F tablo değerinden daha büyük olduğundan yonga levhanın formaldehit emisyonu üzerine yonga üretiminde kullanılan tomrukların depoda bekletilmesinin etkisi belirgindir. Ortalamalar arasında bulunan farklar Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmış ve sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4: Kabuk oranının Formaldehit Emisyonuna Etkisine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Table 4: Variance Analysis Results Own to Effects of Bark Usage Ratio on The Formaldehyde Emission

Varyans Kaynakları Variance Sources	Kareler Toplamı Sum of Squares	Serbestlik Derecesi Degree of Freedom	Kareler Ortalaması Mean Squares	F-Oranı F-Ratio	Önem Düzeyi Significant Level
Gruplar Arası Between Groups	0,1169	6	0,039	25,04	***
Gruplar İçi Within Groups	0,0125	14	0,0016		
Toplam Total	0,1294	20			

Orta tabaka yongalarına ilave edilen kabuk oranlarına göre dört farklı tipte üretilen yonga levhalara ait formaldehit emisyonu ortalamalarına ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 4'de

gösterilmiştir. Buna göre formaldehit emisyonu üzerine orta tabakada kullanılan kabuk oranının etkisi 0,001 yanılma olasılığıyla önemlidir.

Tablo 5: Formaldehit Emisyonuna Etkileri Araştırılan Varyans Kaynakları Ortalamalarının Newman-Keuls Karşılaştırma Testi Sonuçları (P < 0.05)¹⁾
Table 5: Newman-Keuls Comparing Test Results of The Variance Sources Investigated The Effects to Formaldehyde Emission (P < 0.05)¹⁾

Varyans Kaynakları Variance Sources		Örnek sayısı Number of Specimen	Formaldehid Emisyonu Formaldehyde Emission
Depoda Beklemiş Stored Wood	Taze Odun Fresh Wood		
% 0	% 100	3	2,14 a
% 25	% 75	3	2,16 a
% 50	% 50	3	2,31 a
% 100	% 0	3	2,51 b
Kabuk Yonga Bark Particle	Odun Yonga Wood Particle		
% 0	% 100	3	2,14 a
% 6,25	% 93,75	3	2,13 a
% 12,5	% 87,5	3	1,97 b
% 25	% 75	3	1,91 b

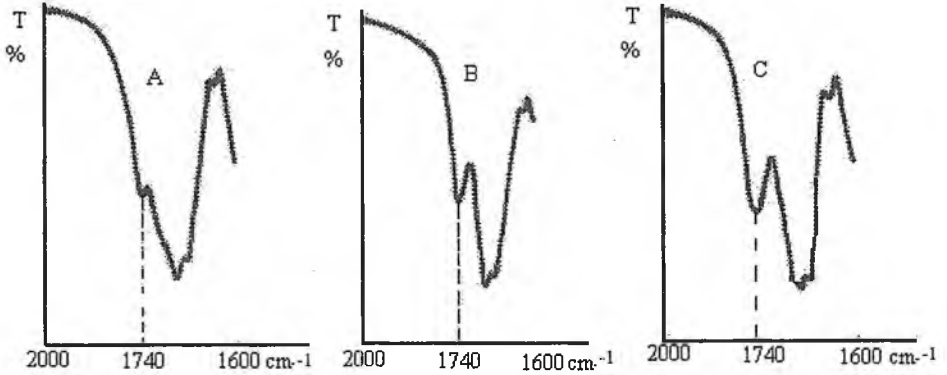
¹⁾ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Newman-Keuls karşılaştırma testi sonucuna göre depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu 0,05 olasılıkla birbirinden farklıdır. Aynı olasılıkla yonga levhanın tamamının (%100) depoda beklemiş odun yongalarından üretilmesi durumunda diğer üç grup levhadan farklı bulunmuştur. Orta tabakayı oluşturan yongalara % 6,25 oranında kabuk ilave edilmesi formaldehit emisyonunu %95 güvenlilikle etkilemezken, bu oranın %12,5 ve % 25 çıkması durumunda fark 0,05 olasılıkla belirgin bulunmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Depoda bir yıl beklemiş yalancı akasya odunundan üretilen (kabuksuz) yonga levhaların formaldehit emisyonu en yüksek, %25 oranında kabuk ihtiva eden taze kesilmiş odun yongalarından üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonu ise en düşük bulunmuştur. Kabuk ihtiva etmeyen taze tomruklardan elde edilen yonga levhalardan ayrılan formaldehit emisyonu, orman içinde yaklaşık bir yıl süreyle depolanmış yalancı akasya odunundan üretilen yonga lev-

halarından belirgin olarak düşüktür. Yonga karışımı içerisinde depoda bekletilmiş odunlardan elde edilenlerin oranı %25 ve %50 olması durumunda deneme levhalarının formaldehit emisyon değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Tamamı açıkta beklemiş odunlardan üretilen (%100) yonga levhanın formaldehit emisyonu, taze tomruklardan üretilen yonga levhanınkinden %17,8 kadar bir artış göstermiştir. Şekil 2 incelendiğinde ağacın kesiminden hemen sonra elde edilen kabuksuz gövde odunu yongalarının IR analizinde asetil gruplarını gösteren pikin (~ 1740 cm^{-1}) daha belirgin olduğu görülmektedir. Depoda yaklaşık bir yıl bekleyen yalancı akasya odunundan elde edilen IR spektrumunda ise aynı grup çok az oranda bulunmaktadır. Böylece sıcak presleme sırasında odundan asetil gruplarının ayrılması sırasında ortaya çıkacak uçucu asitlerin miktarı daha fazla olacağı için taze kesilmiş odundan üretilen yonga levhalarındaki formaldehit emisyonunun daha düşük olması beklenen bir sonuçtur. Bilindiği gibi asetil grupları termik işlemler sırasında tutkal sertleşme reaksiyonunun oluşma ortamına göre (asit yada alkali şartlara göre) odundan ayrılmaktadır. Bu olay sırasında uçucu asetik ve formik asit oluşmaktadır. Bu da odun levha ürünlerinin formaldehit emisyonunu azaltıcı etki göstermektedir (POBLETE/ROFFAEL 1985; ÇOLAKOĞLU ve ark. 1998). Ayrıca depoda açıkta beklemiş tomrukların bir kısım ekstraktiflerin yağmur suları ile yıkanarak uzaklaşmasının da bunlardan üretilen levhaların formaldehit emisyonu üzerine olumsuz etki yaptığı düşünülmektedir. Çünkü literatürde ekstraktifçe zengin odun türlerinden üretilen levhalarda formaldehit emisyonunun daha az olacağı ifade edilmektedir (LELIS/ ROFFAEL 1995).



Şekil 2: IR-Spektrumu A. Kabuk, B. Depolanmış odun, C. Taze Odun

Figure 2: IR- Spectra A. Bark, B.Stored Wood, C. Fresh Wood

Orta tabakasında %6,25 oranında kabuk ihtiva eden yonga levhalar ile kabuksuz yongalardan üretilen levhanın formaldehit emisyonları arasında fark bulunmamaktadır. Ancak kabuk oranının %12,5 ve %25 olması durumunda yonga levhanın formaldehit emisyonu sırasıyla %7,6 ve 8,7 kadar azalmıştır. Çalışmada yalancı akasya kabuğunda yapılan IR analizlerinde, yaklaşık 1740 cm^{-1} bandındaki pik hemen hemen kaybolmuş bulunmaktadır. Dolayısıyla kabuk ihtiva eden yonga levhanın preslenmesinde asetil gruplarının ayrılması esnasında oluşabilecek uçucu asitlerin miktarı daha az olacaktır. Bu sonuçlara göre kabuk ihtiva eden yongalardan üretilen yonga levhaların formaldehit emisyonundaki azalmanın asetil gruplarının ayrılmasıyla ilgisi bulunamaz. Burada, yonga levhadaki kabuk oranının artmasıyla formaldehit emisyonundaki azal-

manın kabuktaki fenolik ekstraktifler ile uçucu olmayan hidroliz edilebilir asitlerin formaldehitte muhtemel reaksiyonuyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada %20 oranında kızılçam kabuğu içeren tek tabakalı yonga levhalarda formaldehit emisyonu %48 oranında azaldığı bildirilmektedir (ÇOLAKOĞLU ve ark.1993). Ancak kızılçam kabuğunun polifenolik maddeler bakımından yalancı akasya kabuğuna göre oldukça zengin olması bu azalmanın miktarını artırmıştır. Ayrıca bu çalışmada yalancı akasya kabuğunun sadece orta tabakada kullanılmış olması formaldehit emisyonundaki beklenen muhtemel azalmanın miktarını düşük olmasına neden olmuştur. Literatürde kızılçam kabuğunun stiasny sayısı 77,0 ve ekstraktif madde verimi %25-29 iken yalancı akasya kabuğunun verimi yaklaşık %7 kadar bulunmaktadır (WEISMANN/AYLA 1980; FENGEL/WEGENER 1989). Bu açıklamalara göre elde edilen sonuçlar literatüre benzerlik göstermektedir (CHEN/PAULITSCH 1974; ROFFAEL 1982).

Sonuç olarak depoda bekletilmiş yalancı akasya tomruklarından elde edilen yongalardan üretilmiş levhaların formaldehit emisyonu taze kesilmiş ağaç odunlarından üretilmiş olanlardan daha fazladır. Ancak depoda beklemiş odunlardan elde edilen yongaların taze kesilmiş odunlardan üretilen yongalara %25 ve %50 oranlarında katılması durumunda levhaların formaldehit emisyonu miktarlarında istatistiksel olarak bir fark yoktur. Diğer taraftan orta tabaka yongalarına yalancı akasya odunu kabuğundan %6,25 oranında ilave edilmesi durumunda formaldehit emisyonunda bir değişme meydana gelmemiştir. Bu oranın %12,5 ve %25 oranında artırılması durumunda ise formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür.

**EFFECTS OF LOG STORAGE TIME AND BARK USAGE
RATIO ON THE FORMALDEHYDE EMISSION OF
PARTICLEBOARD MANUFACTURED FROM
BLACK LOCUST (*Robinia pseudoacacia* L.)**

**Y. Doç. Dr. Gökay NEMLİ
Doç. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU
Ar. Gör. Semra ÇOLAK
Ar. Gör. İsmail AYDIN**

Abstract

In this study, effects of log storage time and bark usage ratio on the physical and mechanical properties of particleboards manufactured from Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) were investigated. The particleboard manufactured from the stored log particles had higher formaldehyde emission than that of the particleboard from green wood particles. However, formaldehyde emission had no difference between the 25 and 50% stored particle using ratios, statistically. The bark of *Robinia pseudoacacia* L. used by about 12.5 and 25% for core layer of particleboard, decreased the formaldehyde emission of particleboard, significantly.

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the effects of log storage time and bark usage ratio on the formaldehyde emission of particleboard manufactured from *Robinia pseudoacacia* L.

For this purpose, 22-years old trees were obtained from Trabzon-Beşikdüzü. For the particleboard manufacturing, some of the woods were chipped in forest, the others were stored with bark for 1 year.

The bark was removed. A hacker was used to break the raw materials down initially, then a knife ring flaker was used to reduce the hacker chips to particles. After these, particles

were dried to 3% moisture content and separated by the vibrating horizontal screen. For the blending, as an adhesive urea formaldehyde (urea/formaldehyde mole ratio: 1/1.74) which was 8% and 10% of the oven dry weight of particles in the core and face layers, respectively, was used. As an hardener 30% of ammonium chloride solution which was 1% of the oven dry weight of particles, was added to adhesive. The boards were pressed under 150°C press temperature, 6 min. pressing time and 27,5 kg/cm² pressure by using the single daylight press. Three boards were produced for each group. Board density was 0,65 g/cm³. Formaldehyde emission (one week later from the production) was conducted according to the EN 717-3. Data for each test was statistically analyzed. Simple variance analysis and Newman-Keuls tests were used to test for significant difference between factors and levels. In addition, for the determination of differences on the acetyl groups of the wood, IR-spectra were used. The experimental design of this study is showed in Table 1.

Table 1: The Experimental Design

Board Type	Fresh Wood (%)	Bark Ratio ¹⁾ (%)	Stored Wood (%)
A	100	-	-
B	93,75	6,25	-
C	87,50	12,50	-
D	75	25	-
E	75	-	25
F	50	-	50
G	-	-	100

¹⁾ The bark was only added to core layer of particleboard.

The average formaldehyde emissions of the boards were summarized in Table 2.

Table 2: The Average Formaldehyde Emission Of The Boards

Board Type	Moisture Contents of Boards (%)	Formaldehyde Emission (mg/100 g)
A	7,5	2,14
B	7,4	2,13
C	7,4	1,97
D	7,6	1,91
E	7,5	2,16
F	7,4	2,31
G	7,5	2,51

The statistical analysis showed that adding of stored wood to particleboard by about 25% and 50% did not change the formaldehyde emission of particleboard. However, increasing of the stored wood using to 100% caused an increasing on the formaldehyde emission compared to control panel.

The bark usage by about 6.25% did not affect the formaldehyde emission of particleboard, statistically. Increasing of bark usage ratio to 12.5% and 25.0% decreased the formaldehyde emission with a 95% confidence level.

KAYNAKLAR

- ÇOLAKOĞLU, G., ÇOLAK, S., TÜFEKÇİ, M., 1998: Einfluss der Dämpfung und Trocknung von Furnieren auf deren Acetylgruppengehalt und die Formaldehydabgabe von Sperrholz. Holz Roh- Werkstoff, 56, 121-123.
- ÇOLAKOĞLU, G., KALAYCIOĞLU, H., ÖRS, Y., 1993: Kızılçam kabuklarının yonga levha ve kontrplak üretiminde değerlendirilmesi. Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu, 18/23. Ekim 1993, Marmaris/Türkiye, Bildiriler Kitabı, 701-710.
- CHEN, T.Y., PAULITSCH, M., 1974: Inhaltstoffe von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluss auf die Eigenschaften daraus hergestellter Spanplatten. Holz Roh- Werkstoff 32, 397-401.
- FENGEL, D., WEGENER, G., 1989: Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin, Newyork.
- HANETHO, P.L., 1987: Jahresbedingtes Qualitätproblem bei Spanplatten durch Rohholzeinsatz. Vortrag der FESYP, 10/11. März. 1087, München. S. 129-136.
- KEHR, E., WEHLE, H.D., 1988: Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Holzarten auf die Formaldehydabgabe von Spanplatten, Holztechnologie 29 (6) 285-289.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., BECKER, G., 1993: Zum Verhalten von Splint- und Kernholz der Kiefer Bei der Verleimung mit UF-Harzen, Holz-Zentralblatt 7, 120-121.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., BECKER, G., 1994: Zur Verleimbarkeit von Splint- und Kernholz von Douglasienholz mit PF-Harzen, MUPF-Harzen und Diisocyanat-Klebstoffe (PMDI). Holz-Zentralblatt, 131-132.
- LELIS, R., ROFFAEL, E., 1995: Über die Reaktivität von Douglasiensplint- und -kernholz und deren Heisswasserextrakte gegenüber Formaldehyd, Holz Roh- Werkstoff, 53, 12-16.
- MARUTZKY, R., 1986: Einfluss der Lagerung auf die Verwertbarkeit von Nadelholz als Rohmaterial für zement gebundene Holzspanplatten, Teil 2. Ergebnisse der Lagerungsversuche, Holz-Zentralblatt, 113, 1570-1572.
- POBLETE, H. ROFFAEL, E., 1985: Über chemische Veränderungen in Holzspanen bei der Herstellung von Harnstoff-Formaldehydharz-gebundenen Spanplatten. Holz Roh-Werkstoff, 43, 57-62.

PRASETYA, B., ROFFAEL, E., 1991: Untersuchungen über das Verhalten extraktstoffreicher Rinden in Holzspanplatten. Zur Reaktivität der Fichtenrinde gegenüber Formaldehyd. Holz Roh-Werkstoff, 49, 341-344.

ROFFAEL, E., 1982: Die Formaldehydabgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen, DRW-verlag, Stuttgart.

WEISMANN, G., AYLÄ, C., 1980: Untersuchung der Rindenextrakte von Pinus brutia. Holz Roh-Werkstoff, 38, 307-312.

DOĞU LADİNİ ORMANLARINDA *Pityogenes bidentatus* (Hrbst)'UN BİYOLOJİSİ VE POTANSİYEL PREDATÖRLERİ

Y. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL¹⁾
Y. Doç. Dr. Süleyman AKBULUT¹⁾

Kısa Özet

Pityogenes bidentatus (Hrbst.), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde özellikle ladin ve diğer iğne yapraklı ormanlarda bulunan önemli bir zararlıdır. Önlem alınmadığı takdirde primer zararlı duruma geçmekte ve sağlıklı genç ibreli ağaçların yaşamını tehdit etmektedir.

Bu çalışmada, bölgede *P. bidentatus*'un biyolojisi incelenerek, 16 predatör böcek türü tespit edilmiştir. Ayrıca, predatörlerin yoğunluklarına göre biyolojik mücadeledeki etkinlikleri ortaya konulmuştur. *Thanasimus formicarius* (L.) ve *Rhizophagus dispar* (Payk.) predatörleri, bu bölgede diğer doğal düşmanlara göre *P. bidentatus*'un mücadelesinde daha fazla etkili olabilecek potansiyele sahiptirler. Ayrıca, *Nemosoma elongatum* (L.) ve *Paraphloeus linearis* F. de, zararlıyı tercih eden önemli predatörlerdendir.

1. GİRİŞ

Ağaçlarda zarar yapan böceklerin en önemlileri kambiyumla ona yakın dokularda yaşayan böceklerdir. Coleoptera takımının özellikle *Scolytidae* familyası türleri Türkiye orman ağaçlarının kabuk ve kambiyumlarında zarar yapan ve zararı ciddi boyutlara ulaşan önemli bir böcek grubunu oluşturur. Bu böceklerle kambiyum böcekleri denilse de, bunların ana yolları ile larva yolları floem içindedir. Bundan dolayı son zamanlarda bunlara floem böcekleri adı da verilmekte olup, hayatlarının büyük bir bölümünü odunun floem kısmında geçirirler (ÇA-NAKÇIOĐLU/MOL 1998). *Scolytidae* familyasındaki zararlılardan olan *Pityogenes bidentatus*,

¹⁾ A.İ.B.Ü. Düzce Orman Fakültesi, 14400, DÜZCE

genel olarak sekonder karakterli olup, uygun abiyotik ve biyotik koşulların varlığı halinde primer zararlı duruma geçmekte ve özellikle ağaçlandırma sahalarında ölümlere neden olmaktadır. Bu zararlı, özellikle Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) gençliğinin ince çaplı bireylerinin ve yaşlı ağaçların kabuk ve kambiyum tabakasını yiyerek zarar yapar ve kurumasına neden olur.

P. bidentatus, İngiltere dahil tüm Avrupa, Kuzey Amerika, Sibirya, Kafkasya, Küçük Asya, Filistin ve Kuzey Afrika'yı kapsayan geniş bir alana yayılmıştır. Zararlının konukçu yelpazesi çam (*Pinus* spp.), ladin (*Picea* spp.), göknar (*Abies* spp.), *Pseudotsuga menziesii* ve *Larix decidua* gibi iğne yapraklı ağaçları kapsar (FREUDE ve ark. 1981; HOEBEKE 1989).

Türkiye'de, Ordu-Ünye'den Artvin-Şavşat'a kadar tüm Doğu Karadeniz Bölgesi ve Antalya-Nebiler ormanlarında *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris*, *P. brutia*, *P. nigra* ve *Abies nordmanniana* gibi türler üzerinde rastlanmıştır (ACATAY 1942, SCHEDL 1959, TOSUN 1975, SEREZ/SCHÖNHERR 1985, YÜKSEL 1996, SELMİ 1998). Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tamamına yakın bir alanda böceğin yayılış göstermesi zararını ve mücadelesini önemli hale getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı; Doğu Karadeniz'in Doğu ladinli ormanlarında zarar yapan *P. bidentatus*'un biyolojisini ve yayılışını saptamak ve doğal ortamda mevcut olan predatörlerinin yoğunluğunu belirleyerek, gelecekte biyolojik mücadele amacıyla kullanılacak potansiyele sahip olanları tespit etmektir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma 1992-1996 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi Doğu ladinli ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Bölgede, *P. bidentatus*'un yoğun olarak bulunduğu ön incelemelerle belirlenen, Artvin, Giresun ve Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarında, üç farklı yükseltide 58 adet tuzak ağacı hazırlanmıştır. Bu tuzak ağaçlarından; 14'ü 180-800m, 15'i 1100-1300m ve 29 adedi de 1600-1800m'ler arasında seçilmiştir. Seçilen bu tuzak ağaçlarında zararlı böceğin biyolojisi incelenerek yumurta sayımları yapılmıştır. Tuzak ağaçlarının belirlendiği alanlar genellikle saf ladin olup bazen kayın, sarıçam, göknar ve kızılğaç türleri ile karışık meşcereler de oluşturmaktadır.

Tuzak ağaçları genellikle güney bakıldaki ormaniçi açıklıklar ve meşcere kenarlarında hazırlanmıştır. Ancak hazırlanan tuzak ağaçlarının önemli bir bölümünü, aynı yıl istihsal alanında kesilmiş kabuklu olarak bekletilen ve kış devriği olan ladin ağaçları oluşturmaktadır. Tuzak ağaçları, boyları 5-32 m'ler arasında ve ortalaması 12m, çapları 6-70cm ve ortalaması 27cm, kabuk kalınlığı ise 0.2-1.5cm arasında ve ortalaması 0.6cm olan ağaçlar arasından seçilmiştir.

Kabuk böceği predatörlerinin sayımı belirlenen tuzak ağaçlarından 34 adedi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince 20-25 gün arayla Mayıs-Ekim ayları arasında her ağaçtan kabuklar dikkatli bir şekilde kaldırılmıştır. Daha sonra, kabuk altındaki zararlı böceğin larva döneminde kademeli olarak 10'ar adet yuvası sayılarak biyolojik dönemleri ile yuvalardaki predatör miktarı ve dönemleri belirlenmiştir.

Her deneme alanında, tuzak ağaçlarından elde edilen bütün bilgiler düzenli olarak tabloya işlenmiştir. Bu bilgilere göre, zararlının ve predatörün biyolojik dönemleri tespit edilmiştir. Zararlının açılan toplam ana yuva sayısı (Yn) esas alınarak, her predatör türün miktarı (Pn) ve predatörlerin yoğunlukları (%p) belirlenmiştir. Açılan toplam yuvadaki predatör yoğunluğu; $\%p = 100 * Pn / Yn$ formülü ile hesaplanmıştır. Bütün bu verilerden faydalanılarak *P. bidentatus*'un yuvalarında bulunan predatörler ve bunlar içerisinde en yoğun olanlar tespit edi-

lererek, hangilerinin potansiyel biyolojik savaş ajanı olarak kullanılabilceği ile ilgili öneriler ortaya konulmuştur.

3. BULGULAR

3.1 Sistematikteki Yeri ve Morfolojisi

P. bidentatus sistematikte:

Takım	: <i>Coleoptera</i>
Familiya	: <i>Scolytidae</i>
Alt Familiya	: <i>Ipinae</i>
Tribus	: <i>Ipini</i>
Cins	: <i>Pityogenes</i> Bedel 1888
Tür	: <i>Pityogenes bidentatus</i> Herbst 1783

Sinonimleri : *Bostrichus bidentatus* Herbst 1783, Füssely Arch. Ent. IV, s.24.; *Tomicus bidens* Fabricius 1801; *Bostrichus bispinus* Guyon 1855; *Pityogenes carniolicus* Fuchs 1911; *Pityogenes opacifrons* Reitter 1913; *Pityogenes obtusus* Eggers 1932 olarak belirtilmektedir.

Erginleri 1.5-2.8 mm büyüklüğündedir. Genç erginleri açık kahverengi, yaşlı erginler ise siyahımsı kahverengi ile kırmızımtırak kahverengidirler. Erkeklerde sağrı, üst tarafında aşağıya doğru çengel şeklinde eğilmiş büyük dişlidir. Çengel şeklindeki bu diş yukarıdan iki uçlu görünmektedir. Dişinin dik görünüşlü sağrısının sağ ve sol tarafında iki adet sigil şeklinde belirsiz çıkıntı bulunmaktadır.

3.2 Yayılışı ve Biyolojisi

Böceğin, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tamamına yakın bir bölümünde yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Artvin, Giresun ve Trabzon Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde daha yoğun bir şekilde görülmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde *P. bidentatus*'un farklı yükseltilerde (180-1800m'ler arası) gelişim safhaları gözlenmiştir. Böceğin generasyon sayısı, özellikle hava hallerine ve lokal koşullara bağlı olarak değişmektedir. Birinci generasyonun yumurta koyma zamanı 180-800 m'lerde Mayıs ayının ilk, 1100-1300 m'lerde 2. ve-3., 1600-1800 m'lerde ise son haftasında gerçekleşmektedir. İkinci generasyonun yumurta koyma zamanı 180-1300 m'ler arasında Temmuz ayının ikinci haftasında ve 1600-1800 m'ler arasında ise Temmuzun sonu veya Ağustos başında gerçekleşmektedir. Kışı genelde ergin ve larva döneminde geçirmektedir. Araştırma sırasında yapılan gözlemlere göre, bu zararlının Doğu Karadeniz Bölgesi ladin ormanlarında 180-800 m yükseltilerde, Ağustos sonu ve Eylül ayında kısmen üçüncü bir generasyonu görülmüş, ancak 1100-1700 m'lerde iki generasyondan fazlasına rastlanılmamıştır.

Ağaca ilk gelen ve çiftleşme odasını açan erkek böcek, genellikle 3-7 adet diş ile çiftleşir. Giriş deliği ve çiftleşme odası erkek böcek tarafından açılır. Ana yolunu 1 mm genişliğinde, 1-13 cm uzunluğunda ve 3-7, bazen 12'ye kadar kollu yıldızimsı şekilde açmaktadır (Şekil 1).

Dişi ana yolun her iki tarafına karşılıklı ve aralıklı olarak 26-88 adet yumurta bırakır. Yumurtadan çıkan larvaların açtığı yollar ana yola dik ve yılankavi şekildedir. Larva yollarının

uzunluğu 1-5 cm'dir. Bu yolların sonunda olgun larvalar oduna biraz girmiş oval şeklindeki beşikte pupa olmaktadır.



Şekil 1: Ladinde *Pityogenes bidentatus*(Hrbst.)'un anayolu ve larva yolları.

Figure 1: The adult and larval galleries of *Pityogenes bidentatus* (Hrbst.) at Oriental Spruce.

3.3 Predatörler

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde *P. bidentatus*'un predatörlerinin yoğunluğunu belirlemek amacıyla toplam 660 adet böceğin faal yuvası açılmıştır. Açılan bu yuvalarda Coleoptera takımına ait 9 farklı familyadan toplam 15 ve Neuroptera takımından 1 adet predatör türü tespit edilmiştir (Tablo 1). Kademeli olarak açılan 660 adet yuvada 186 adet predatör belirlenmiştir.

Ladin ormanlarında ana böceğin yuvasında genel predatör yoğunluğu %28.18 bulunmuştur. Zararlının yuvasında en yoğun olarak %10.91 ile *Rhizophagus dispar* (Payk.) ve %8.18 ile *Thanasimus formicarius* (L.) tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu iki türün toplam oranı %19.09'dur (Tablo 1).

Bölgede, Maçka-Meryemana ormanlarında belirlenen tuzak ağaçlarında, 2-3 Mayıs 1993 tarihlerinde yoğun olarak *Hylurgops palliatus* (Gyll.) ve *P. bidentatus* kabuk böcekleri görülmüştür. Bu zararlı böceklerin yuvalarında da çok fazla sayıda *R. dispar* tespit edilmiş ve daha sonra (22 Mayıs 1993 ve 16 Haziran 1993 tarihleri) aynı tuzak ağaçlarında yapılan incelemelerde *P. bidentatus*'un erginleşen bireylerine rastlanılmazken, *H. palliatus*'un çok az genç birey oluşturduğu görülmüştür.

Genel olarak Artvin yöresinde predatörlerin toplam yoğunluğu %20.56, Giresun'da %25.88 ve Trabzon'da %33.87'dir. Artvin yöresindeki tuzak ağaçlarında Mayıs ayında sayımlar yapılmadığından, predatörlerin bu yöredeki yoğunluğu düşük çıkmıştır.

Bölgede yoğunluğu yüksek olan yırtıcılar yanında, zararlının yuvalarında *Paraphloeus linearis* F. ve *Nemosoma elongatum* (L.) gibi predatörler de önemli sayılabilecek yoğunlukta

görülmüştür. Bu predatörler de diğerlerine ek olarak zararlının popülasyonunun azalmasına neden olabilecek etkin türlerdir.

Tablo 1: Orman Bölge Müdürlüklerine Göre Doğu Ladini'nde *P. bidentatus* (Hrbst.)'un Popülasyonunu Etkileyen Predatörlerin Yoğunluğu (Pn: predatör sayısı, %p: genel yuvadaki predatör oranı)

Table 1: Density of Predators Affecting *Pityogenes bidentatus* (Hrbst.) Populations on Oriental Spruce at Different Forest Regional Directorates (Pn: number of predators, %p: percentage of predators in general nests)

Predatör böceğin adı The name of predator insect	Artvin		Giresun		Trabzon		Toplam Total	
	Pn	%p	Pn	%p	Pn	%p		
COLEOPTERA								
Rhizophagidae Familyası								
<i>Rhizophagus depressus</i> (F.)	-	-	-	-	5	1.61	5	0.76
<i>Rhizophagus dispar</i> (Payk.)	3	1.67	22	12.94	47	15.16	72	10.91
Cleridae Familyası								
<i>Thanasimus formicarius</i> (L.)	13	7.22	5	2.94	36	11.62	54	8.18
Ostomidae Familyası								
<i>Nemosoma elongatum</i> (L.)	6	3.33	-	-	2	0.65	8	1.21
Colydiidae Familyası								
<i>Aulonium ruficornis</i> (Oliv.)	-	-	-	-	5	1.61	5	0.76
Tenebrionidae Familyası								
<i>Paraphloeus linearis</i> (F.)	8	4.44	-	-	4	1.29	12	1.82
Cucujidae Familyası								
<i>Pediacus dermestoides</i> (F.)	-	-	4	2.36	-	-	4	0.61
<i>Cryptolestes alternans</i> (Er.)	1	0.56	-	-	-	-	1	0.15
<i>Laemophloeus testaceus</i> (F.)	-	-	-	-	1	0.32	1	0.15
Leiodidae Familyası								
<i>Agathidium seminulum</i> (L.)	-	-	-	-	1	0.32	1	0.15
Hydraenidae Familyası								
<i>Megalephorus aquaticus</i> (L.)	-	-	-	-	1	0.32	1	0.15
Staphylinidae Familyası								
<i>Nudobius umbratus</i> Motsch.	-	-	-	-	2	0.65	2	0.30
<i>Baptolinus affinis</i> (Payk.)	-	-	5	2.94	-	-	5	0.76
<i>Oxyporus lateralis</i> Grav.	-	-	-	-	1	0.32	1	0.15
<i>Placusa complanata</i> (Er.)	4	2.22	8	4.71	-	-	12	1.82
NEUROPTERA								
Raphidiidae Familyası								
<i>Raphidia ophiopsis</i> L.	2	1.11	-	-	-	-	2	0.30
Genel Toplam Total	37	20.56	44	25.88	105	33.87	186	28.18
Açılan yuva sayısı (Yn) The number of opened nests	180		170		310		660	

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

P. bidentatus'un, yalnız iğne yapraklı türlerde polifag olarak bulunan bir tür olduğu bilinmektedir (SELMİ 1998). Genellikle ölmüş ve hastalıklı ağaçların ince kabuklu dal ve gövdelerinde ürerler. Ancak yaşlı ve sağlıklı ladin ve çam meşcerelerinin tepe çatılarında da bazen önemli zararlara neden olmaktadır. Böylece diğer kabuk böceklerinin üremesi için çok elverişli bir ortam oluştururlar. Ayrıca, *P. bidentatus*, özellikle sıcak ve kurak geçen yazlarda, 5-15 yaşındaki çam ve ladinlere, kültür alanlarına ve sırkılık çağındaki ağaçlara ya tek başına veya diğer kabuk böcekleri ve Hortumlu böceklerle birlikte saldırarak, ölümlerine neden olur (BARBEY 1925). Uygun iklim koşullarında kısa zamanda yüksek bir populasyon yoğunluğuna ulaşarak, kültürlerde çok ciddi tehlikeler oluşturabilmektedir.

Bazı kaynaklara göre, *P. bidentatus*'un genel olarak yılda iki generasyona sahip olduğu belirtilmektedir (CHARARAS 1966; BEVAN 1987; GRÜNE 1989; ÇANAKÇIOĞLU/MOL 1998; SELMİ 1998). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, zararlının yılda 3 generasyona kadar çıkabildiği yükseltiller bulunmaktadır (180-800 m arası). Ancak daha yüksek rakımlarda 3. generasyonun belirtilerine rastlanılmamıştır. Böceklerin yapacağı zararın yıllık generasyon sayısının çok olması ile doğru orantılı olduğu düşünülürse, *P. bidentatus*'un özellikle ağaçlandırma sahalarının bulunduğu alçak yükseltelerde potansiyel zararının daha fazla olacağı varsayımında bulunmak gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Çünkü generasyon sayısı böceklerin üreme potansiyeli ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bu da böceklerle mücadelede önemli bir handikap olarak kabul edilebilir.

Doğu ladinini, Doğu Karadeniz ormanlarında bulunan diğer iğne yapraklı türler içinde abiyotik ve biyotik faktörlere en hassas türlerden biridir. Yüzeysel kök yaptığı için bir kaç yıllık periyodlarla görülen ve uzun süren yaz kuraklıklarından önemli derecede etkilenmektedir. Özellikle 1994 yılında ülkemizde yaşanan ve uzun süren yaz kuraklığında, bazen alanda herhangi bir böcek zararı görülmemesine rağmen, yer yer ladinlerin tepeleri kurumuştur. Bu da *P. bidentatus*'un bölgedeki zararını arttıran diğer faktörlerden biridir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bu kabuk böceği, primer kabuk böcekleri tarafından tahrip edilmiş olan ağaçlar ile fırtına ve kar tarafından devrilmiş ya da zehirli gazların etkisiyle büyük oranda zarar görmüş ölmekte olan ağaçlarda yüksek populasyon düzeyine ulaşan türlerden biridir. Özellikle su stresine maruz kalmış genç ağaçlar ile dikim esnasında kökleri zedelenen yaşlı fidanlarda ölümlere neden olmaktadır. Bu nedenlerle zararlının kitle üremesine karşı temiz bir orman işletmeciliği ile ağaçlandırma alanlarında kültür bakımlarının zamanında yapılması ve sağlıklı genç fidanların kullanılması böceğin zararını azaltıcı yönde bir kültürel önlem olabilir. Ancak zararlı böceğin son generasyonunun kışlama dönemini geçirdiği ağaçlarda, predatörler de yoğun bir koloni oluşturduklarından, bu ağaçların temiz işletme amacıyla ormandan çıkarılması doğru bir yaklaşım değildir. Temiz orman işletmeciliği amacını gerçekleştirirken, predatörlerin yaşam alanlarının uzaklaştırılmamasını ve *P. bidentatus*'un populasyon patlaması yapmamasını sağlayacak bir dengenin oluşmasını gerçekleştirecek bir yaklaşım esas alınmalıdır.

Böceğin şiddetli zarar yaptığı dönemlerde biyoteknik olarak toplanma feromonunun tuzaklar halinde asılarak kullanıldığı örnek uygulamalar da bulunmaktadır (FRANCKE ve ark. 1977). Ancak bu mücadele yönteminin kalıcı bir çözüm üretmesi olası değildir. Doğal düşmanların sürekli olarak ekosistemde varlığının sağlanması, uzun vadede kalıcı çözümü gerçekleştirecek en etkili yöntemlerden biri olarak görülmektedir. Bu nedenle, zararlının predatörlerinin etkin hale getirilmesi, diğer yöntemlere göre daha uzun vadeli ve ekonomik bir çözüm sağlar.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre açılan yuvalarda en fazla görülen predatörler *Rhizophagus dispar* ve *Thanasimus formicarius*'dur. Ancak *Paraphloeus linearis* ve *Nemosoma elon-*

gatum gibi predatörlerin, diğer kabuk böceklerine göre *P. bidentatus*'u daha çok tercih etmeleri bu iki türü de etkin predatörler konumuna sokmaktadır. SCHIMITSCHEK (1944) *N. elongatum*'un *P. bidentatus* yolunda fazla miktarda görüldüğünü ve ESCHERICH (1923) ise *P. linearis*'in Orta Avrupa'da *P. bidentatus*'un yolunda yaşadığını belirtmektedir.

Sonuç olarak Doğu Karadeniz Bölgesi, Doğu İladini ormanlarında *P. bidentatus*'un 16 predatörü olduğu, ancak bunlardan dört tanesinin önemli yoğunluklarda bulunduğu belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra yapılacak iş, bu türlerin laboratuvar koşullarında üretilmesi ve etkinliklerinin test edilmesidir. Bu sonuçların arazideki bulgularla da kıyaslanmasından sonra en etkili türlerin kitle üretiminin yapılarak doğal ortama bırakılması, İladin ekosistemindeki biyotik dengenin tekrar oluşmasını sağlayacak ve böylece zararlı minimum zarar düzeyinde tutulabilecektir.

THE PREDATORS AND LIFE CYCLE OF *Pityogenes bidentatus* (Herbst) AT ORIENTAL SPRUCE FORESTS

Y. Doç. Dr. Beşir YÜKSEL
Y. Doç. Dr. Süleyman AKBULUT

Abstract

Pityogenes bidentatus (Hrbst.) is an important pest especially on spruce and other conifer forests in Eastern Black Sea Region. If no precautions are taken against this pest, it may become a primary pest on young conifer trees and may kill them.

In this study, the biology of *P. bidentatus* was studied and its sixteen predatory insects were determined. Effectiveness of the predators in the biological control were also determined by the calculation of population density of each predator. *Thanasimus formicarius* (L.) and *Rhizophagus dispar* (Payk.) were found to be relatively more effective in the control of *P. bidentatus* than others. In addition to these, two other predator insects, *Nemosoma elongatum* (L.) and *Paraphloeus linearis* F., were also found that they preferred to feed on *P. bidentatus*.

SUMMARY

Pityogenes bidentatus (Hrbst.) is a widely distributed bark beetle mainly pest for spruce in the world and Turkey. This beetle is usually a secondary pest but it may become a primary pest when abiotic and biotic conditions are favorable for the development of the population especially in plantation areas.

The objectives of this study were to investigate the life cycle of *P. bidentatus* and to determine the effective predator insects species of this pest based on population density of each predator. For determination of the biology of *P. bidentatus* 58 trap trees were prepared and 34 of them were used for evaluation of predator insect species and population densities. The trap

trees were prepared at three different altitudes in the eastern Black Sea Region of Turkey. They were examined periodically and main nests of *P. bidentatus* were carefully opened. The life stage of this pest was examined and the predators were counted and specimens were taken to laboratory for identification.

This study was carried out between 1992 and 1996. *P. bidentatus* has three generations per year at 180-800m altitudes. At higher altitudes (1100-1800) it completed two generations a year. Female bark beetles laid a total of 26 to 88 eggs.

A total of 16 predator insects belong to two orders and 10 families were identified in *P. bidentatus* main nests. *Thanasimus formicarius* (L.) and *Rhizophagus dispar* (Payk.) may play an effective role in the biological control of *P. bidentatus* populations among these species. The population densities of *T. formicarius* and *R. dispar* were 8.18% and 10.91 % respectively. It was also observed that two other predator species, *Nemosoma elongatum* (L.) and *Paraphloeus linearis* F., preferably fed on this bark beetle.

In conclusions, these four predator insects can be used in the biological control of this pest. Mass rearing and effectiveness of these predators against *P. bidentatus* should be evaluated under laboratory conditions before establishment of colonies in natural environments.

KAYNAKLAR

- ACATAY, A., 1942: Über das Auftreten von Forstschädlingen in der Türkei. Centralbl. f.d. ges Forstwesen 1, 69:1-4.
- BARBEY, A., 1925: Traité D'Entomologie Forestière, Berger-Levrault, Paris, XVIII+749 s.
- BEVAN, D., 1987: Forest Insects, A Guide to Insects Feeding on Trees in Britain, Forestry Commission, Handbook 1, London, 153 p.
- CHARARAS, C., 1966: Recherches sur l'écologie, la biologie, le comportement d'*Ips sexdentatus* Boern. ravageur de *Picea orientalis* en Turquie, Revue de l'Institut de Recherches Forestières d'Ankara, 12:1-37.
- ÇANAKÇIOĞLU, H.; MOL, T., 1998: Orman Entomolojisi Zararlı ve Yararlı Böcekler, İ.Ü. Yayınlarından No: 4063, Orman Fakültesi Yayın No: 451, İstanbul, 541 s.
- ESCHERICH, K., 1923: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. II, Paul Parey, Berlin, 633 p.
- FRANCKE, W.; HEEMANN, V.; GERKEN, B.; RENWICK, J.A.A.; VITĚ, J.P., 1977: 2-Ethyl-1,6-dioxaspiro(4,4)nonane, Principal Aggregation Pheromone of *Pityogenes chalcographus* (L.), Naturwissenschaften, 64 590.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W.; LOHSE, G.A., 1981: Die Käfer Mitteleuropas, Band 10: 310, Goecke and Evers Verlag, Krefeld.
- GRÜNE, S., 1979: Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer, Verlag M. und H. Schaper, Honnover, 182 s.

- HOEBEKE, E.R., 1989: *Pityogenes bidentatus* a European Bark Beetle New to North America, J. N.Y. Entomol. Soc., 97: 305-308.
- SCHEDL, K.E., 1959: Borkenkäfer aus der Türkei. Anz. Schädlingk. 32:99-100.
- SCHIMITSCHEK, E., 1944: Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Grundlagen der Türkischen Forstentomologie. Volk und Reich Verlag, Prag, XVI+371 s.
- SEREZ, M.; SCHÖNHERR, J., 1985: Bekämpfung von *Ips sexdentatus* (Boern.) (Col., Scolytidae) mit synthetischen Lockstoff Ipslure. z. ang. Entomologie 100, 1:24-26.
- SELMİ, E., 1998: Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı. İ.Ü. Yayınlarından No:4042, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 11. İstanbul, 196 s.
- TOSUN, İ., 1975: Akdeniz Bölgesi iğne yapraklı ormanlarında zarar yapan böcekler ve önemli türlerin parazit ve yırtıcıları üzerinde araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Sıra No: 612, 201 s.
- YÜKSEL, B., 1996: Türkiye'de Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)'nde Zarar Yapan Böcekler ve Bazı Türlerin Yırtıcı ve Parazitleri Üzerine Araştırmalar, KTÜ. Orman Fakültesi, Doktora Tezi, Trabzon.

ARAZİ VE ORMAN DEĞERİNİN SAPTANMASI KONUSUNDA ARAŞTIRMALAR¹⁾ (Ayvalık Örneği)

Ar. Gör. Dr. Sultan BEKİROĞLU²⁾

Kısa Özet

Ormanların sahip olduğu değerler ile ilgili çalışmalar 18. yüzyılda başlamıştır. Aradan geçen süre içinde bu çalışmaların önemi azalmamış, aksine artarak devam etmiştir. Başlangıçta ormanların yalnızca odun hammaddesine yönelik üretimi göz önüne alınmıştır. Odun dışında üretilen diğer ürünlerle (su, av ve yaban hayatı, rekreasyon hizmeti, sağlık hizmeti,...) ilgili değer belirleme çalışmaları ise, 1950'li yıllarda gündeme gelmiştir. Günümüzde orman değerlerini belirleme çalışmalarına hem odun ürünü hem de diğer ürünler göz önüne alınarak devam edilmektedir. Ancak, sahip olunan sosyoekonomik koşullar, ormanlardan sağlanan pek çok mal ve/veya hizmet için pazarın oluşmasını engellemiştir. Bu durum, ormancılıkta, pazarda oluşan fiyat dışındaki ölçütleri temel alan değer belirleme yöntemlerinin geliştirilmesini ve uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu çalışmada, ormancılıkta söz konusu olabilecek değerler, değer belirleme yöntemleri ve bunlarla ilgili kavramlar ayrıntılı olarak irdelenmiş ve ormanı oluşturan öğelerden; orman arazisinin, ağaç servetinin, ormanın ve orman alanlarına yakın tarım arazilerinin değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, değer belirleme işlemlerinde sonucu etkileyen faktörler saptanmış ile ormancılıkta uygulanabilecek faiz oranı hesaplanmıştır.

Arazi, orman ve ağaç serveti değerlerinin belirlenmesinde istatistik, gelir değeri, dönüşüm değeri, maliyet değeri ve gelecek değer yöntemleri kullanılmıştır. Ormancılıkta uygulanabilecek faiz oranını saptamak için yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

¹⁾ Bu yayın, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Ormancılık Ekonomisi Programında hazırlanmış Doktora tezinin özetidir

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Ormancılık Ekonomisi Anabilim Dalı

1. GİRİŞ

Liberal ekonomi anlayışının 18. yüzyılda hakim olmasıyla, ormanlar ve ormanlardan elde edilen mal/hizmetler hakkındaki serbest mal/hizmet anlayışı sona ermiştir. Bu nedenle, ormanların ve ormanlardan sağlanan mal/hizmetlerin değerlerinin bilinmesi gerekmiştir. Ancak, içinde bulunulan sosyoekonomik koşullar, ormanların ve ormanlardan elde edilen mal/hizmetlerin değerlerinin kolaylıkla belirlenmesini engellemiştir. Bu durum, ormancılıkta değer belirleme sorununu gündeme getirmiştir.

Ormancılıkta değer belirleme konusuyla ilk olarak G. König ilgilenmiştir (1813). Daha sonra M. Faustmann, König'in bu konuda yazmış olduğu makaleye ait eleştirisini yayınlamış ve bu makale hayli büyük ilgi çekmiştir (1849). Bu nedenle, ilk olarak König tarafından geliştirilen toprak-rant formülü "Faustmann formülü" adıyla tanınmıştır. Almanya'dan dünyaya yayılan bu formül, toprağın beklenen değeri (soil expectation value), arazinin beklenen değeri (land expectation value), iskonto edilmiş en yüksek rant (maximum discounted economic rent) ve en yüksek arazi rantı (maximum land rent) (DAVIS 1966) ve boş arazi değeri (bare land value) (CLUTTER ve ark. 1983) şeklinde adlandırılmıştır.

İnsanların ormanlardan çok yönlü yararlanması, çok sayıda ve birbirinden farklı değerlerin tanımlanarak sınıflandırılmasına neden olmuştur. Buttrick, yirmi dört adet orman değeri tanımlamış ve bunları somut ve soyut değerler olmak üzere iki sınıfta toplamıştır. Bunlardan somut değerleri (tangible values); pazar değeri, kullanım değeri, maliyet değeri, kapitalizasyon değeri, yeniden yapım değeri, monopol değeri, gerçekleştirme değeri, takdir değeri, tahmin değeri, artık değer, likidite değeri, lüks olma değeri, spekülasyon değeri, nadirlik değeri ve sıkıntı değeri oluşturmaktadır. Soyut değerleri (intangible values) ise; varlık değeri, miras değeri, fedakarlık değeri, öznlü değer, sezgisel değer, estetik değer, rekreasyon değeri, bilimsel değer ve dolaylı değer meydana getirmektedir (BUTTRICK 1948). Bengston tarafından, ormanlardan sağlanan mal ve hizmetlere ait değerler, araç (yardımcı) orman değerleri (instrumental forest values) ile araç-yardımcı olmayan orman değerleri (noninstrumental forest values) başlıkları altında toplanmıştır. Birinci grupta, ekonomik (faydacı) orman değerleri ve yaşam destekleyici orman değerleri; ikinci grupta ise, estetik orman değerleri ve ahlaksal/ruhsal orman değerleri yer almaktadır (XU/BENGSTON 1997).

Değerlendirme (değerleme) (valuation) ve değer belirleme (kıymet takdiri) (appraisal) terimleri gibi, kıymet (worth), değer (value) ve fiyat (price) sözcükleri de birbirlerinin yerine kullanılarak anlam karmaşasına yol açmaktadır. Bu nedenle, söz konusu terimler ile sözcükler kısaca açıklanmıştır. Değerlendirme, bilimsel olarak değer tahmin etmek için uygun kavramların ve yöntemlerin geliştirilmesidir. Değer belirleme ise, belli bir zaman ve mekandaki, sahibi ve kullanım amacı belli olan şeylerin (mal-hizmet) değerinin, bilimsel değerlendirme çalışmaları ile ortaya konulmuş kavramlar ve yöntemler kullanılarak belirlenmesidir (DAVIS/JOHNSON 1987). Kıymet, sürekli olarak kusursuz ve övülmeye layık olan veya arzu edilir şeyler için kullanılırken, değer, genel olarak fayda ve önem derecesini ifade etmektedir. Fiyat ise, mal veya hizmetin herkes tarafından bilinen ve para ile ifade edilen somut bir değer ölçüsüdür (DAVIS 1966).

Orman sahibi, ormanıya ilgili değerlerin, -ormanına verilen zararın ve bu zarara ilişkin tazminat düzeyinin belirlenmesinde, -potansiyel alıcılarla pazarlıkta, -çevresine olduğundan üstün görünmek istediğinde, ve -kredi alımı söz konusu olduğunda, yüksek düzeyde çıkmasını istemekte; ancak, -vergi değerinin belirlenmesinde, veya -orman satın almak istiyorsa potansiyel orman sahipleriyle pazarlıkta, düşük düzeyde olmasını arzu etmektedir. Diğer taraftan, -aynı anda hem alıcı hem de satıcı konumundaysa, veya -ormanını sigortalamak istiyorsa, belir-

lenen değer karşısında tarafsız kalmaktadır (PRİCE 1989). Ormancılıkta, değer belirleme çalışmalarına, alım-satım söz konusu olduğunda, ormana karşı işlenen suçlarla ilgili olarak ceza ve zarar-ziyan düzeylerinin tespit edilmesinde, vergilendirmede, kredilendirmede ve ekonomik sonucun saptanmasında gerek duyulmaktadır (NAUTİYAL 1988; DAVIS/JOHNSON 1987; FIRAT 1971; DAVIS 1966; DUERR 1960; BUTTRICK 1948).

Mal ve/veya hizmetin değeri, önceleri, değer belirleme çalışmalarının yapıldığı zamandaki (aktüel) kullanımı ya da faydaları esas alınarak saptanmaktaydı. Ancak, günümüzde hem aktüel hem de potansiyel kullanımlar göz önüne alınmaktadır. Bu şekilde mal/hizmetin değerinin, girişimcinin yanlış kararlarına bağlı olarak, olduğundan düşük çıkması önlenmektedir. Ancak, potansiyel kullanımlarla ilgili kararların da tarafsız ve abartısız olması gerekmektedir. Çünkü, kararlaştırılan potansiyel kullanım da saptanan değer üzerinde çok etkilidir (MÜLAYİM 1985). Ayrıca, değer belirlemede çalışmalarında, genellikle mal/hizmetin değer belirleme tarihindeki tek yönlü kullanımı (faydası) temel alınmaktadır. Oysa, bir mal/hizmetin gerçek değeri, onun değer yaratan bileşenlerinin ayrı ayrı değerlerinin belirlenmesi ile bulunabilir. Bu nedenle, herhangi bir mal/hizmetin toplam ekonomik değeri, onun doğrudan kullanım değeri, dolaylı kullanım değeri, opsiyon değeri ve varlık değeri,...gibi farklı değer yaratan bileşenlerinin değerleri toplamından oluşmaktadır (GEORGIU/WHITTINTON 1997).

Ormancılıkta, maddesel ve maddesel olmayan mal/hizmetlerin değerlerinin belirlenmesinde birbirinden farklı yöntemler kullanılmaktadır. Maddesel mal/hizmetlerin değerlerinin belirlenmesinde kullanılan başlıca yöntemler; gelir değeri yöntemi, gider değeri yöntemi, gelecek değer yöntemi, dönüşüm değeri yöntemi, pazar değeri yöntemi ve istatistik yöntemidir. Bu yöntemlerden ilk üçüne dolaylı, diğer ikisine doğrudan değer belirleme yöntemleri denilmektedir. Gelir (hasıla) değeri yönteminde, ele alınan mal veya hizmetin değerini bulabilmek için, değer belirlendiği tarihten itibaren sonsuza kadar sağlanacak net gelirler tahmin edilmekte ve bu net gelirler, değer belirlendiği tarihe indirgenerek (iskonto edilerek) toplanmaktadır. Bu işleme kapitalizasyon da denilmektedir. Bu nedenle, gelir değeri yöntemi kapitalizasyon yöntemi olarak da adlandırılmaktadır. Gider (maliyet) değeri yönteminde ise; yalnızca değer belirlendiği tarihten önceki giderler ile gelirler, değer belirlendiği tarihe götürülmekte (iblağ edilmekte) ve iblağ edilmiş giderler toplamından iblağ edilmiş gelirler toplamı çıkartılmak suretiyle, söz konusu mal ya da hizmetin değeri hesaplanmaktadır. Gelecek (istikbal) değer yönteminde mal/hizmetin değeri, değer belirleme tarihinden başlayarak gelecekte söz konusu olan tüm gelirler ile giderler tahmin edilmekte ve bu tahmin edilen gelirler ile giderler değer belirleme tarihine indirgenmek suretiyle, indirgenmiş gelirler toplamından indirgenmiş giderler toplamı çıkartılarak hesaplanmaktadır. Bu yöntemde, gider değeri yönteminin aksine, değer belirleme tarihinden önceki giderler ve gelirler göz önüne alınmamaktadır. Dönüşüm (artık) değeri yönteminde ise, üretim sürecinin herhangi bir aşamasında bulunan mal/hizmetin değeri, söz konusu mal/hizmetin son (nihai) haline ait pazar satış fiyatından, göz önüne alınan aşamaya kadar yapılan harcamalar çıkarılarak hesaplanmaktadır. Pazar değeri yönteminde mal/hizmetin değeri, ilgili mal/hizmetin alınıp satıldığı piyasadaki benzer mal/hizmetlerin fiyatları ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. İstatistik yöntemde, mal/hizmetin değerini (bağımlı değişkeni) ve değerdeki değişimi etkileyen faktörler (bağımsız değişkenler) saptanmakta ve saptanan faktörler yardımıyla mal/hizmetin değeri belli olasılıklar dahilinde açıklanmaktadır.

Maddesel olmayan mal/hizmetlerin değerlendirilmesi konusunda geliştirilen ilk yöntem seyahat maliyeti (ulaşım gideri) yöntemidir. Daha sonra çeşitli yöntemler; koşullu değerlendirme, hedonik fiyatlama, ödeme istekliliği,... geliştirilmiştir (MENDELSONH/MARKSTROM 1988). Bu yöntemler araştırma konusuyla doğrudan ilgili olmadığı için açıklanmamıştır.

Bu araştırmanın amacı uygun yöntemler kullanarak odun üretimine ayrılmış (tahsis edilmiş) ormanlarda arazi, arazi üzerindeki ağaç serveti ve orman (arazi ile ağaç serveti birlikte düşünülerek)¹⁾ değerleri ile ormanlara yakın tarım arazilerinin değerlerini belirlemek; değer belirleme çalışmaları sırasında karşılaşılan güçlükleri ortaya koymak; saptanan güçlüklerin çözümüne ilişkin öneriler geliştirmek ve ormancılığa kullanılabilecek faiz oranını hesaplamaktır.

Araştırma, Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Edremit Orman İşletme Müdürlüğünün Ayvalık Devlet Orman İşletme Şefliği sınırları içindeki odun üretimine ayrılmış orman arazileri ile Pelitköy, Tayheli, Yeniköy, Şahinler, Hisarköy, Gömeç, Türközü, Ağacık, Hacıoğlu, Yunuslar, Hacıhüseyin, Kumgedik, Sarılar, Yabancılar, Hacıbozlar, Bağyüzü, Hacıveliler, Tıfillar, Çamoba, Akçapınar, Kırcalar, Beşiktepe, Üçkaba ağaç, Çakmak, Altıova, Keremköy, Murateli, Mutluköy ve Tahtacılar adlı yerleşim birimlerinde (ilçe, belde, köy) yer alan tarım arazilerinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın, ormancılık, tarım ve turizm²⁾ etkinlikleri göz önüne alınarak yapılması planlanmıştır. Bu nedenle, araştırma alanı, ulaşım kolaylığı ve belirtilen etkinliklerin gerçekleştirilmesi bakımından uygun olduğu düşünülen Ayvalık Devlet Orman İşletme Şefliği seçilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan veriler; 1-Alan verileri: orman arazisinin bugünkü kullanım özellikleri ve düzeyleri, 2-Hacim verileri: ağaç servetinin bugünkü ve gelecekteki ürün çeşitleri düzeyleri, 3-Ekonomik veriler: ormandan elde edilen tek ürün odun kabul edildiği için ürün çeşitlerinin depo satış fiyatları ile gençleştirme, üretim ve yönetimle ilgili çeşitli giderlerden³⁾ oluşmaktadır. Söz konusu veriler, orman ve tarım arazilerinde ölçüm yapılarak, yetkililerle ve köylülerle görüşülerek, konuyla ilgili çeşitli resmi kayıtlar incelenerek ve ilgili literatürden yararlanılarak elde edilmiştir. Ayrıca, çeşitli nedenlerle sağlanamayan veriler, teorik ve pratik ilkelere uygun varsayımlar halinde belirlenmiştir.

Bu araştırmada, maddesel mal/hizmetlerin değerlerinin belirlenmesinde söz konusu olan yöntemler kullanılmıştır. Orman ve tarım ve arazilerinin değerlerini belirlemek, başka bir ifade ile her iki ekonomik etkinlikte kullanılan arazilerin değerleri üzerinde etkili olan öğeleri saptamak üzere, istatistik yöntemlerden çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Sonsuz periyodik veya yıllık gelirlerin kapitalizasyonunu esas alan, gelir değeri yöntemi ile, hipotetik olarak oluşturulan orman işletmelerinin⁴⁾ arazi ve orman değerleri, bu işletmelerin ağaç serveti bakımından; -değer belirleme tarihinden sonsuza kadar normal (düzenli) kuruluştaki⁵⁾ ve -değer

1) Aslında, orman denilince arazi ve ağaçların dışında pek çok öge (av ve yaban hayatı, diğer otsu ve odunsu bitkiler, su, ...) anlaşılmalıdır. Ancak, bu çalışmada kolaylık sağlanması bakımından, ormanın kapsamı, yalnızca arazi ve onun üzerindeki ağaçlarla sınırlı tutulmuştur.

2) Araştırmanın başlangıcında, ormancılık, tarım ve turizm etkinliklerinin göz önüne alınması planlanmıştır. Ancak, turizm etkinliği, yeterli düzeyde ve doğrulukta veri elde edilemediği için araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır.

3) 1995 yılı fiyatları kullanılmıştır.

4) Ormancılıkta uygulanan işletme şekilleri, gençleştirme yöntemlerine (koru, baltalık, korulu baltalık işletmeleri), normal servet düzeyinin tayini ve müdahale şekli ile derecesinin belirlenmesine (meşçere, ağaç, karışık işletmeler) ve ekonomik açıdan kesim aralıklarına (periyodik, yıllık veya amenaje, kademeli işletmeler) bağlı olarak sınıflandırılmaktadır (FIRAT 1971). Bu çalışmada, ekonomik açıdan kesim aralıkları göz önüne alınarak oluşturulan orman işletmelerinden, kademeli orman işletmesi dışındakiler, yani periyodik orman işletmesi ve yıllık orman işletmesi incelenmiştir.

5) Normal orman kuruluşu: Belirli büyüklükteki plan ünitesi (meşçere ya da işletme sınıfı) için belirli yöntemler yardımıyla grafik ve sayısal olarak saptanmış kuruluştur. Normal kuruluştaki orman işletmelerinin ağaç servetinin yaş ve çap

belirleme tarihinde anormal (düzensiz)⁶⁾, ancak düzenleme süresi sonundan sonsuza kadar normal kuruluşa oldukları varsayılarak yapılmıştır. Ancak, arazi, ağaç serveti ve orman değerlerinin belirlenebilmesi için ürün çeşitlerinin dikili satış değerlerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bölme/bölmecikler itibarıyla ürün çeşitlerinin dikili satış değerleri dönüşüm değeri yönteminden yararlanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, ağaç serveti değeri kesim değeri, gider değeri, gelecek değer yöntemleriyle; ormancılıkta kullanılabilir faiz oranı ise, orman arazilerinin kapital değerleri ile söz konusu orman arazilerine en yakın ve en benzer biyofizik koşullara sahip tarım arazilerinin değerlerinin birbirine eşit olabileceği düşüncesini temel alan bir yöntem geliştirilmek suretiyle hesaplanmıştır.

2.1 Araştırmada Gerçekleştirilen İşlemler

Belirtilen amaçlar, orman ve tarım alanlarında hipotetik bazı düzenlemeler ile çeşitli işlemler yapılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1.1 Orman Alanlarında Gerçekleştirilen İşlemler

Ayvalık Devlet Orman İşletme Şefliği'ne ait orman alanı, Amenajman Planlarında, koruma ve odun üretimi amaçlı olmak üzere 256 bölme/bölmeciğe ayrılmıştır. Çalışma alanını, bu bölme/bölmecikler arasından odun hammaddesi üretimine tahsis edilenler (156 adet) oluşturmuştur. Söz konusu bölme/bölmecikler, arazi ve orman değerlerini belirlemek üzere hipotetik olarak düzenlenmiş ve bu düzenlenen orman alanlarında değer belirlemek amacıyla ağaçlandırma gideri, ürün çeşitlerinin dikili satış değerleri, yıllık kesim alanı, kesim düzeni, yıllık ve periyodik net gelirler,... gibi gerekli ögeler hesaplanmıştır.

Gelir değeri yöntemini uygulayabilmek için araştırmaya konu orman arazilerinin düzenlenmesi: Gelir değeri yönteminde değer, göz önüne alınan mal/hizmetten gelecekte elde edilmesi olası net gelirlerden yararlanılarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle, çalışma kapsamına alınan orman arazilerinin sonsuza kadar düzenli aralıklarla gelir elde edecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu sorun, araştırmaya konu olan orman arazileri (156 adet bölme/bölmecik) üzerinde bir keresinde periyodik orman işletmeleri (POİ)⁷⁾, bir keresinde yıllık sonsuza kadar, kararlaştırılan idare süresi aralıklarla son kesim gelirleri elde edilen POİ'ler, bölme/bölmecik sınırları temel alınarak oluşturulmuş ve ağaç türü-bonitet farkı gözetilerek adlandırılmıştır. Bu şekilde, çalışma alanında; 89 adet kızılçam iyi bonitet POİ'si, 49 adet kızılçam düşük bonitet POİ'si ve 18 adet karaçam düşük bonitet POİ'si olmak üzere, toplam 156 adet POİ'si düzenlenmiştir (Tablo 1). Son kesim gelirleri sonsuza kadar her yılın sonunda elde edilen Yıllık orman işletmeler (YOİ)⁸⁾ ise, aynı ağaç türü ve bonitete sahip bölme/bölmecikler bir araya getirilerek; kızılçam iyi bonitet bölme/bölmeciklerden A1 YOİ'si, kızılçam düşük bonitet bölme/bölmeciklerden A2 YOİ'si ve karaçam düşük bonitet bölme/bölmeciklerden B YOİ'si olmak üzere, 3 adet YOİ'si meydana getirilmiştir (Tablo 1). Tablo 1'de hipotetik olarak

kademelerine dağılışı, daha doğrusu ağaç servetinin yaş ve çap sınıfları itibarıyla sahip oldukları düzeyler hasılat tablolarından yararlanılarak belirlenmektedir (ERASLAN/ŞAD, 1993; FIRAT 1971). Bu çalışmada Forestal Firması'nın hazırlamış olduğu kızılçam ve karaçam hasılat tabloları kullanılmıştır (FORESTAL, 1976).

⁶⁾ Anormal orman kuruluşu: Hasılat tablolarının belirttiği düzeyden az ya da fazla ağaç servetine (yaş ve çap sınıfları itibarıyla) sahip orman işletmelerine ait kuruluşlardır (ERASLAN/ŞAD, 1993; FIRAT, 1971).

⁷⁾ Periyodik orman işletmesi (POİ): Tek meşçereden meydana gelen bu işletmeler, son kesim net gelirleri sonsuza kadar idare süresi kadar aralıklarla almamak şeklinde düzenlenmektedir (ŞAD/ERASLAN, 1993; FIRAT, 1971).

⁸⁾ Yıllık orman işletmesi (YOİ): U sayıdaki (0 ile U yaşlarındaki) meşçerelerden meydana gelen bu işletmeler, sonsuza kadar her yılın sonunda net gelir elde edilecek şekilde düzenlenmektedir (ŞAD/ERASLAN, 1993; FIRAT, 1971).

oluşturulan periyodik ve yıllık orman işletmeler, bölme/bölmecik sayısı, bu bölme/bölmeciklerde bulunan ağaç servetinin yaş sınıflarına dağılımı, yaş sınıflarının kapladığı alanlar, ağaç türleri ve bonitetleri itibarıyla tanımlanmıştır. Tablo 1 incelenirse, aktüel (mevcut-bugünkü) ağaç servetinin⁹⁾ yalnızca I. ve VI. yaş sınıflarını içerdiği, ancak diğer yaş sınıflarını (II., III., IV. ve V. yaş sınıfı) içermediği görülecektir.

Tablo 1: Çalışma Alanında Oluşturulan Periyodik Ve Yıllık Orman İşletmelerine Ait Envanter Bilgileri

Table 1: Data Of Inventory Of Working Group Giving Perpetual Annual Income (WGPAI) And Working Group Giving Perpetual Periodical Income (WGPPi)

Orman İşletmeleri Working Groups	Bölme Sayısı Number of Compartment (Adet) (Number)	Prodüktif Productive	Orman Forest	Alanı Areas	Bozuk Alan Damaged Areas (Hektar) (Hectare)	Toplam Alan Total Areas (Hektar) (Hectare)
		I. Yaş Sın. Age Class I (Hektar) (Hectare)	VI. Yaş Sın. Age Class VI (Hektar) (Hectare)	Toplam Total (Hektar) (Hectare)		
Kızılcım İyi Bonitet POİ - A1 YOİ Calabrian pine High Site Index WGPPi - A1 WGPAI	89	460,5	1 625	2 085,5	1 339,5	3 425
Kızılcım Düşük Bonitet POİ-A2 YOİ Calabrian pine High Site Index WGPPi - A2 WGPAI	49	0	301	301	1 201	1 502
Karaçam Düşük Bonitet POİ-B YOİ Crimenan pine Low Site Index WGPPi - B WGPAI	18	111,5	348	459,5	139	598,5
Toplam (Total)	156	572	2 274	2 846	2 679,5	5 525,5

Aktivite alanlarına ilişkin gençleştirme (kültür) giderlerinin hesaplanması: Çalışma alanındaki ormanların doğal olarak ve ağaçlandırma yoluyla gençleştirilebileceği kabul edilmiştir. Bu nedenle, oluşturulan aktivite alanlarının doğal gençleştirme giderleri ile ağaçlandırma giderleri hesaplanmıştır. Toprak türü, toprak derinliği, eğim ve taşlılık bakımlarından benzer bölme/bölmecikler bir araya getirilmek suretiyle oluşturulan aktivite alanlarının (12 adet)¹⁰⁾ ağaçlandırma giderleri, her bir aktivite alanı için ağaçlandırma projesi¹¹⁾ tasarlanmak suretiyle hesaplanmıştır. Tasarlanan projelerin hektardaki ağaçlandırma giderleri; kızılçam yetişme ortamına ait aktivite alanlarında (10 adet): 33 985 753 TL/Ha - 38 238 577 TL/Ha ve karaçam yetişme ortamına ait aktivite alanlarında (2 adet): 63 549 060 TL/Ha -64 504 880 TL/Ha olarak hesaplanmıştır. Doğal gençleştirme gideri ise, aktivite alanları için hesaplanan ağaçlandırma giderlerinin onda birine (1/10) eşit kabul edilmiştir.

⁹⁾ Aktüel (mevcut-bugünkü) ağaç serveti: Normal kuruluşa ulaştırılmaya çalışılan orman işletmelerinin sahip olduğu ağaç servetidir. Bu çalışmada aktüel ağaç serveti düzeyi ilgili orman işletmesi için düzenlenen amcnajman plan(lar)ından faydalanılarak saptanmıştır. Aktüel orman kuruluşa ise, orman işletmelerinin değer belirleme tarihinde sahip oldukları orman kuruluşlarıdır. Aktüel orman kuruluşa normal orman kuruluşuna eşit olabilir veya olmayabilir.

¹⁰⁾ Ağaçlandırma ve Erozyonu Önleme Genel Müdürlüğü'nün 1987 yılında yayımladığı 4125 sayılı yönetmelikte belirtilen esaslar uygulanmıştır.

¹¹⁾ Ağaçlandırma projeleri, orman işletmelerinin içinde bulunduğu biyofizik ve sosyoekonomik koşullar göz önüne alınarak tasarlanmıştır.

Planlama ile ilgili sürelerin belirlenmesi: Periyodik ve yıllık orman işletmelerinde faydalanmanın düzenlenmesiyle ilgili olarak; idare süresi, düzenlenme süresi ve kesim planı süresi belirlenmiştir. İdare süresi, bir işletme sınıfında meşçerelerin oluşumundan olgun hale gelip kesilmeleri arasında geçen ortalama süreye denilmektedir. Meşçerelerin kesime uygunluk durumu ise, işletmeden elde edilmek istenen çeşitli amaçlara göre belirlenmektedir (FIRAT 1971). Düzenlenme süresi, anormal kuruluştaki orman işletmelerini bütün öğeleri ile normal kuruluşa ulaştırmak için gerekli olduğu düşünülen süredir. Aynı yaşlı ormanlarda en uzun düzenleme süresi idare süresine eşittir. Aynı yaşlı ormanlarda son hasılat kesim planı ile ara hasılat kesim planı olmak üzere iki çeşit kesim planı bulunmaktadır (ERASLAN/ŞAD 1993). Bu çalışmada, POİ ve YOİ'lerinde düzenleme sürelerinin idare sürelerine eşit olduğu kabul edilerek 20, 30, 35, 40, 45, 50, 60 ve 70 yıllık idare süreleri denenmiştir. Ayrıca kesim planı süresi, ara ve son hasılat kesim planları birleştirilmek suretiyle, normal kuruluştaki orman işletmelerinde idare süresine, anormal kuruluştaki orman işletmelerinde ise düzenleme süresi ile idare süresinin toplamına (yani, iki idare süresi uzunluğuna) eşit olduğu varsayılmıştır.

Yıllık orman işletmelerinde kesim düzeninin oluşturulması ve yıllık kesim alanlarından elde edilecek net gelir düzeylerinin hesaplanması: Ormanların sürekli ve düzenli işletmecilik esasına dayalı işletildiği göz önüne alınarak, öncelikle orman işletmelerinde uygulanacak faydalanma düzeni kararlaştırılmıştır. Bu çalışmada, aynı yaşlı ormanlardaki faydalanmayı düzenleyen yöntemlerden "gerçek yıllık alan yöntemi" kullanılmıştır. Bu yöntemde YOİ'nin yıllık kesim alanı (Y_a), toplam işletme alanı (F) idare süresine (U) bölünerek:

$$Y_a = F/U \quad (1)$$

hesaplanmaktadır (ERASLAN/ŞAD, 1993). Bu formülde A1, A2 ve B YOİ'lerine ait veriler ($F_{A1} = 3425$ Ha; $F_{A2} = 1502$ Ha; $FB = 598,5$ Ha; $U=20, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70$ yıl) kullanılarak yıllık kesim alanları hesaplanmıştır (Örn: $3425/20=171,25$ Ha; $3425/30=114,2$ Ha;... $3425/70=48,9$ Ha). YOİ'lerinin kesim düzeni, düzenleme süresi ve/veya idare süresi boyunca her yıl kesilecek bölme/bölmecikler tespit edilmek suretiyle oluşturulmuştur. Bölme/bölmeciklerin kesim önceliği, dolayısıyla kesim sırası belirlenirken, sahip oldukları aktüel ağaç serveti düzeyi, ve dikili satış değerleri göz önüne alınmış ve öncelik, aktüel ağaç serveti değeri yüksek olan bölme/bölmeciklere verilmiştir. Kesime önceliği belirlemek için, bölme/ bölmecikler, aktüel ağaç serveti değeri en yüksekte en düşüğe doğru sıralanmış ve bu sıralamaya uygun bir şekilde bölme/bölmecikler yıllık kesim alanlarına (Y_{ai} i:1,2,...U) tahsis edilmişlerdir. Ancak, bölme/bölmeciklerin alanları yıllık kesim alanından büyük ya da küçük olabilmektedir. Bu nedenle, bazen birden fazla sayıda (j:1,2,...n) bölme/bölmecik aynı yıllık kesim alanına, bazen de bir bölme/bölmecik birden çok sayıda yıllık kesim alanına tahsis edilmiştir. Bu gibi durumlarda bölme/bölmeciklerin 0,5 Ha'dan daha küçük parçaya ayrılmayacağı kabul edilmiş ve yıllık kesim alanları + - 0,5 ile 1 Ha farkla oluşturulmuştur. Oluşturulan yıllık kesim alanlarından sağlanacak net gelirler ise, kararlaştırılan düzenleme süresi ve bu süreyi izleyen idare süresi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yıllık kesim alanlarının net gelir düzeyleri (Y_{aNGD_j}); i. yıllık kesim alanına giren bölme/bölmeciklerdeki normal ve/veya anormal ağaç servetinin¹²⁾ ürün çeşitleri düzeyleri (T_{dij} : tomruk düzeyi; M_{dij} : maden direği düzeyi; SO_{dij} : sanayi odunu düzeyi; YO_{dij} :

¹²⁾ Orman işletmelerinin aktüel orman kuruluşu normal orman kuruluşuna eşit olmadığı takdirde, sahip olunan ağaç servetine anormal ağaç serveti denilmekte ve bu ağaç servetinin düzeyi envanter kayıtlarından yararlanılarak belirlenmektedir. Benzer şekilde, normal kuruluşa sahip orman işletmelerinde uygun hasılat tablolarından yararlanılarak belirlenen normal arum ve normal sıklık derecesine sahip ağaç servetine normal ağaç serveti denilmektedir.

yakacak odun düzeyi) bulunmakta ve ilgili bölme/bölmeciğin ürün çeşitleri dikili satış değerleri (DSD_{Tij} : tomruk dikili satış değeri; DSD_{Mij} : maden direği dikili satış değeri; DSD_{SOij} : sanayi odunu dikili satış değeri; DSD_{YOij} : yakacak odun dikili satış değeri) çarpılarak elde edilen rakamlar toplanarak elde edilmektedir:

$$Y_aNGD_i = [\sum_{j=1}^n ((T_{dij} \times DSD_{Tij}) + (M_{dij} \times DSD_{Mij}) + (SO_{dij} \times DSD_{SOij}) + (YO_{dij} \times DSD_{YOij}))]_i \quad (2)$$

Bakım alanlarında yapılan aralama kesimlerinden sağlanacak net gelir düzeylerinin hesaplanması: Periyodik ve yıllık orman işletmelerinde bakım alanları birbirinden farklıdır. POİ'lerinin arazileri üzerinde aynı yaşlı ağaçlar bulunduğu için POİ'nin tamamı bakım ya da kesim alanı olarak kabul edilmektedir. YOİ'sinin bakım alanı ise, son kesim hasılasının alındığı U.yıllık kesim alanı dışında kalan yıllık kesim alanlarından oluşmaktadır. Bu nedenle, YOİ'sinin bakım alanında 0 yaşından U-1 yaşına kadar her yaştan ağaçlar bulunmaktadır. Periyodik ve yıllık orman işletmelerinin bakım alanlarında yapılacak aralama kesimlerinden elde edilecek ürün çeşitlerinin düzeyleri, ağaç türü, bonitet ve yaş göz önüne alınarak, uygun hasılat tabloları kullanılmak suretiyle saptanmıştır. Daha sonra, önceden hesaplanmış bulunan ürün çeşitleri dikili satış değerlerinden de yararlanılarak bakım kesimlerden elde edilen net gelirler (\sum ürün çeşidinin düzeyi \times ürün çeşidinin dikili satış değeri) hesaplanmıştır.

YOİ'lerinin yıllık net gelir düzeylerinin hesaplanması: Bu işletmelerde her yılın sonunda elde edilen net gelirler, ilgili yıl boyunca elde edilen gelirlerden ilgili yıl boyunca gerçekleşen giderler çıkartılarak hesaplanmıştır. Gelirlerin, son kesim ve aralama kesimlerinden sağlanan odun ürünleri satılarak elde edildiği; giderlerin ise, gençleştirme giderleri, üretim giderleri ve genel yönetim giderlerinden oluştuğu kabul edilmiştir. Ancak, yıllık net parasal gelir; ilgili yılda elde edilen gelirler toplamından, üretim giderleri dışındaki diğer giderler, yani son kesimin yapıldığı yıllık kesim alanının gençleştirilmesine ait gider ile genel yönetim gideri çıkartılarak hesaplanmıştır. Zira, üretim giderleri, ürün çeşitleri dikili satış değerleri hesaplanırken göz önüne alınmaktadır.

POİ'lerinin periyodik net gelir düzeylerinin hesaplanması: Bu işletmelerde idare süresi boyunca söz konusu olan gelirler ile giderler, YOİ'lerindeki ile aynıdır. Ancak, bu işletmelerde periyodik net gelir düzeyini hesaplamak için, idare süresi boyunca elde edilen gelirler ile gerçekleşen giderlerin idare süresi sonuna iblağ edilmesi veya idare süresi başına indirgenmesi gerekmektedir. Bu nedenle periyodik net gelir, idare süresi başına indirgenmiş gelirler toplamından idare süresi başına indirgenmiş giderler toplamı çıkartılarak (periyot başında elde edilen net gelir), veyahut idare süresi sonuna iblağ edilmiş gelirler toplamından idare süresi sonuna iblağ edilmiş giderler toplamı çıkartılarak (periyot sonunda elde edilen net gelir) hesaplanmıştır. Bu çalışmada periyot sonunda elde edilen periyodik net gelir belirlenmiştir.

En yüksek arazi ve en yüksek orman rantı idare sürelerinin hesaplanması: Bu çalışmada gelir değeri yönteminden yararlanılarak POİ'nde en yüksek arazi rantı idare süresi; YOİ'de ise en yüksek orman rantı idare süresi belirlenmiştir. POİ'lerinin en yüksek arazi rantı idare süresini belirlemek için arazi değerinin hesaplanması gerekmektedir. Söz konusu arazi değerleri Faustmann ve Oswald formülleri kullanılarak belirlenmiştir:

Faustmann formülü;

$$B_U = (((A_U + D_a 1,0 p^{U-a} + D_b 1,0 p^{U-b} + \dots - c) / (1,0 p^{U-1})) - (c_0 + V)) \quad (3)$$

Oswald formülü;

$$B_U + c_0 = (((A_U + D_a 1,0 p^{U-a} + D_b 1,0 p^{U-b} + \dots - c) / (1,0 p^{U-1})) - (V)) \quad (4)$$

olarak ifade edilebilir. 3 ve 4 numaralı formüllerde, B_U : arazi hasıla değeri; A_U : son kesim net geliri; D_a , D_b : a ve b yıllarında alınan aralama kesimleri net gelirleri; c_0 : ilk ağaçlandırma gideri; c: sonraki periyotta yapılan ağaçlandırma gideri; p: faiz oranı; U: idare süresi; V: genel idare giderleri kapital değeri ($v/0,0p$; v: yıllık genel idare gideri) anlamına gelmektedir. YOİ'lerinde ise, en yüksek orman rantı idare süresini belirlemek için orman değerinin hesaplanması gerekmektedir. Orman değerinin belirlenmesinde;

$$Or = r / 0,0p \quad (5)$$

formülü kullanılmıştır. 5 numaralı formülde, Or: orman değerini ve r: ormanlardan sağlanan yıllık net gelirleri ifade etmektedir. En yüksek arazi ve en yüksek orman rantı idare sürelerini belirlemek için, belli bir faiz oranı ile 3, 4 ve 5 numaralı formüller değişik idare süreleri göz önüne alınarak çözümlenmiştir.

Üretim gideri ile diğer giderlerin belirlenmesi: Araştırma alanı içinde odun üretimine tahsis edilmiş 156 adet bölme/bölmeciğe ait üretim giderleri (kesme, sürütme, taşıma ve istif/tasnif giderleri) ve genel idare gideri hesaplanmıştır. Üretim giderleri, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından bildirilen en uygun koşullara ait taban birim fiyatlarından ve zorluk katsayılarından yararlanmak suretiyle belirlenmiştir. Bölme/bölmeciklere ait zorluk katsayıları 161-A sayılı tebliğde belirtilen esaslara uygun olarak saptanmıştır. Kesme, sürütme, taşıma ve istif tasnif işleri ile ilgili hesaplanan zorluk katsayıları OGM'nin bildirdiği taban birim fiyatları ile çarpılarak her bölme/bölmeciğin üretim gideri ayrı ayrı elde edilmiştir. Birim alana ait genel yönetim (idare) gideri, Edremit Devlet Orman İşletme Müdürlüğü'nce 1995 yılında ödenen giderler toplamı orman alanına bölünerek bulunmuştur. Söz konusu giderler: aylıklar; sağlık ve sosyal yardımlar; ek çalışma ücretleri; tazminatlar; ödüller; yolluklar; tesis onarım, hizmet araçları işletme, büro, kira, iletişim, sigorta, duyuru, propaganda, eğitim, sosyal, ağırlama (temsil), mahkeme, harç ve diğer giderler ile kıdem-ihbar tazminatından oluşmaktadır.

Ürün çeşitlerinin dikili satış değerlerinin hesaplanması: Pratik olarak odun çeşitlerinin ormandaki dikili haldeki fiyatları (tarife bedelleri), dönüşüm değeri yönteminden yararlanılarak, ürün (odun) çeşitlerinin pazardaki satış fiyatlarından üretim giderleri, vergi gideri, sigorta gideri, satış gideri ve girişimci karı çıkartılarak bulunmaktadır (FIRAT 1971). Ülkemizde vergi gideri, sigorta gideri, satış gideri ve girişimci karı bölme/bölmecikler itibarıyla belirlenmemektedir. Bu nedenle, söz konusu öğeler bu çalışmada göz önüne alınmamış ve saptanan değer, dikili değerden farklı olduğu için dikili satış değeri olarak adlandırılmıştır.

Normal/Anormal ağaç servetinden elde edilecek ürün çeşitleri düzeylerinin belirlenmesi: Normal ağaç servetinden elde edilecek ürün çeşitleri düzeyleri uygun hasılat tabloları kullanılarak ortaya konulmuştur. Anormal ağaç servetinin keşilmesi halinde elde edilecek ürün çeşitlerinin düzeyleri ise uygulanmakta olan amenajman planlarından elde edilmiştir.

Yöneticilerin almış oldukları kararların arazi, ağaç serveti ve orman değerleri üzerindeki etkisini göstermek amacıyla senaryoların oluşturulması: Senaryolar, "orman işletmesindeki aktüel ağaç servetinin düzeyi, bu işletmeyi yönetenlerin almış oldukları kararların sonucudur" düşüncesinden yararlanılarak tasarlanmıştır. Çünkü, bir orman işletmesininin sahip olduğu aktüel ağaç serveti düzeyi, bu işletmenin arazi, ağaç serveti ve orman değerlerini etkilemektedir. Değer belirleme tarihinde (zamanında) orman işletmesinde aktüel ağaç serveti düzeyiyle ilgili olarak üç senaryo oluşturulmuştur; **Senaryo 1:** YOİ'nde ağaç serveti yoktur, yani arazi tamamen çıplak-boştur. Bu durumda yıllık orman işletmeleri, düzenleme süresi boyunca her yıl yıllık kesim alanı büyüklüğünde orman arazisi ağaçlandırılarak oluşturulmaktadır. Bölme/bölmeciklerin ağaçlandırma önceliği, ağaçlandırma ve üretim giderleri göz önüne alınarak (en düşükten en yükseğe) belirlenmiştir. **Senaryo 2:** YOİ'nde aktüel ağaç serveti düzeyi uygulanmakta olan Amenajman Planında belirtilen düzeydedir (bkz Tablo 1). Bu durumda, kararlaştırılan düzenleme süresi boyunca en yaşlı ağaçların bulunduğu bölme/bölmeciklere öncelik verilerek, yıllık kesim alanı büyüklüğünde orman arazisi üzerindeki ağaç serveti tıraşlama kesilerek gençleştirilmektedir. **Senaryo 3:** Üzerinde YOİ oluşturulacak arazi tamamen kesim yaşına gelmiş veya kesim yaşını geçmiş ağaç servetiyle kaplıdır. Bu durum Senaryo 1'in tam tersidir. Yani, düzenleme süresi boyunca her yıl en yaşlı ve en yüksek net gelir sağlayan bölme/bölmeciklere kesim önceliği verilmek suretiyle gençleştirilmektedir.

Orman arazilerinin değerlerine ilişkin değişkenlerin belirlenmesi ve bu değişkenlerin ölçülmesi: İstatistik analizlerde kullanılmak üzere, orman arazilerinin değerleri üzerinde etkili olduğu düşünülen çok sayıdaki özellik incelenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların ışığında söz konusu özelliklerden ölçülebilir niteliktekiler tespit edilerek, 42 adet (4 adet bağımlı değişken (Y_i ; $i:1,2,..4$), 38 adet bağımsız değişken (X_j ; $j:1,2,..38$)) belirlenmiştir. Bağımlı değişkenler, normal ve anormal kuruluşa sahip POİ'sinin Faustmann arazi hasıla değerleri (Y_1 , Y_2) ve normal ve anormal kuruluşa sahip POİ'sinin Oswald arazi hasıla değerleri, (Y_3 , Y_4) ile ilgilidir. Bağımsız değişkenler sırasıyla şunlardır: ağaç servetinin kesim değeri (X_1); idare süresi (X_2); ağaç türü (X_3); bonitet (X_4); kesim gideri (X_5); sürütme gideri (X_6); taşıma gideri (X_7); tomruk dikili satış değeri (X_8); maden direği dikili satış değeri (X_9); sanayi odunu dikili satış değeri (X_{10}); ve yakacak odunun dikili satış değeri (X_{11}); anormal ağaç serveti içindeki tomruk düzeyi (X_{12}); maden direği düzeyi (X_{13}), sanayi odunu düzeyi (X_{14}); yakacak odun düzeyi (X_{15}); toplam anormal ağaç serveti düzeyi (X_{16}); normal ağaç serveti içindeki tomruk düzeyi (X_{17}); maden direği düzeyi (X_{18}); yakacak odun düzeyi (X_{19}); normal ağaç servetinin toplam düzeyi (X_{20}); meşçerenin eğimi (X_{21}); yükseltisi (X_{22}); sürütme mesafesi (X_{23}); asfalt yol uzunluğu (X_{24}); orman yolu uzunluğu (X_{25}); ham yol uzunluğu (X_{26}); pazara uzaklık (X_{27}); kesim zorluk katsayısı (X_{28}), ürün çeşitlerine ayırma zorluk katsayısı (X_{29}), eğim zorluk katsayısı (X_{30}), yükselti zorluk katsayısı (X_{31}), bonitet zorluk katsayısı (X_{32}), dikili ağaç serveti düzeyi zorluk katsayısı (X_{33}), sürütme yolu uzunluğu zorluk katsayısı (X_{34}), pazara uzaklık zorluk katsayısı (X_{35}), ham yol (orman yolu) uzunluğu zorluk katsayısı (X_{36}); gençleştirme gideri (X_{37}) ve üzerinde ağaç serveti bulunan alan düzeyi (X_{38}).

POİ'lerinin arazi, ağaç serveti ve orman değerlerinin belirlenmesi: POİ'sinin arazi değeri: -bu işletmelerin normal veyahut anormal orman kuruluşuna sahip olduğu düşünülerek; -Faustmann ve Oswald formülleri kullanılarak; -aralama kesimi yapılarak ve yapılmaksızın; -20, 30, 35, 40, 45, 50, 60 ve 70 yıllık idare süreleri, -%1, %2, %3 ve %4 faiz oranları göz

önüne alınarak hesaplanmıştır. POİ'sinin normal ve anormal ağaç servetinin değerleri (NASD, AASD); kesim, gider ve gelecek değer yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Ancak, söz konusu değerleri belirlemek için, normal/anormal ağaç servetlerini oluşturan meşcerelerin yaşları ve ürün çeşitleri itibarıyla düzeyleri ve bunların yanında ilgili POİ'sine ait ürün çeşitlerinin dikili satış değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle normal/anormal ağaç servetinin yaşı ve ürün çeşitleri düzeyleri saptanmıştır. Bu işlem sonucunda, POİ'nin normal/anormal ağaç servetlerinin kesim değerleri, gider değerleri ve gelecek değerleri hesaplanmıştır. POİ'sinin normal ve anormal orman değerleri ise, arazi değeri ile ağaç serveti değerinin toplamı olarak hesaplanmıştır.

YOİ'lerinin arazi, ağaç serveti ve orman değerlerinin belirlenmesi: YOİ'sinin arazi değeri farklı iki yaklaşımdan hareket edilerek belirlenmiştir. Birinci yaklaşımda, YOİ'sinin arazi değeri, söz konusu işletmenin toplam orman değerinden toplam normal ağaç serveti¹³⁾ değeri çıkartılarak hesaplanmıştır:

$$B_0 = Or - NASD \quad (6)$$

İkinci yaklaşımda ise, YOİ'nin arazi değeri, işletme kapsamında yer alan bölme/bölmeciklerin için hesaplanan arazi değerleri toplanarak bulunmuştur:

$$B_0 = \sum_{i=1}^k B_{Uk} \quad (k: 1, 2, 3, \dots 156) \quad (7)$$

Formül 6 ve 7'de: B_0 : YOİ'sinin arazi değerini; Or : YOİ'sinin orman değerini; $NASD$: YOİ'sinin toplam ağaç serveti değerini; B_{Uk} : bölme/bölmeciklerin hektardaki arazi değerini; k : YOİ'nde yer alan bölme/bölmeciklerin sayısını ifade etmektedir. YOİ'sinin ağaç serveti değeri de POİ'sinde olduğu gibi, normal ve anormal orman kuruluşları için kesim değeri, gider değeri, gelecek değer ve bu değerlerin karması¹⁴⁾ olarak hesaplanmıştır.

YOİ'sinin orman değeri:

1- İlgili YOİ'sinin normal ağaç serveti değeri ile arazi değeri toplanarak;

$$Or = B_0 + NASD \quad (8)$$

2- İlgili YOİ'sinden her yıl sonsuza kadar elde edilen net gelirler dört farklı şekilde kapitalize edilecek;

$$Or1 = ((Or_1 + Or_n)/1,0p^U) - (v/0,0p) \quad (9)$$

$$Or2 = (Or_2 + (Or_n/1,0p) + (v/0,0p) \quad (10)$$

$$Or3 = Or_3 + (Or_n/1,0p^D) - (v/0,0p) \quad (11)$$

¹³⁾ Normal ağaç serveti: Normal orman kuruluşuna sahip orman işletmesinde bulunan ağaç serveti düzeyidir.

¹⁴⁾ Karma değer: Yıllık orman işletmelerinde 0. yaştan U. yaşa kadar her yaşta meşcere bulunmaktadır. Söz konusu meşcerelerin ağaç serveti değerleri, meşcerelerin yaşlarına bağlı olarak; 0-30 yaşları arasında gider değeri, 30-(U-1) yaşları arasında gelecek değer, U ve U yaşın üstünde kesim değeri yöntemi ile hesaplanmıştır

$$Or_4 = \sum r_{ni}/U)/0,0p \quad i=1,2,\dots,U \quad (12)$$

$$Or_{a_1} = (ra_1 \times 1,0p^D) + (ra_2 \times 1,0p^{D-1}) + (ra_3 \times 1,0p^{D-2}) + \dots + (ra_D \times 1,0p) \quad (13)$$

$$Or_{a_2} = (1,0p^5 - 1)/(1,0p^5 \times 0,0p)(rp_1 + rp_2/1,0p^5 + (rp_3/1,0p^{10}) + \dots + (rp_D/1,0p^{D-5})) \quad (14)$$

$$Or_{a_3} = (ra_0 \times (1,0p^{D-1}))/1,0p^D \times 0,0p \quad (15)$$

$$Or_n = (\sum r_{ni}/U)/0,0p \quad i=1,2,\dots,U \quad (16)$$

$$rp_i = (\sum rp_{ji}/5)/0,0p \quad (i=1,2,\dots,5; j=1,\dots,D/5) \quad (17)$$

$$ra_0 = \sum ra_j/D \quad j=1,2,\dots,D \quad (18)$$

hesaplanmıştır. 9, 10, 11 ve 12 numaralı formüllerde düzenleme süresi ve onu izleyen idare süresi boyunca elde edilen yıllık net gelirlerin kapitalizasyon sonuçları birbirinden farklı olduğu için elde edilen orman değerleri Or_1 , Or_2 , Or_3 ve Or_4 olarak adlandırılmıştır. Yukarıdaki 9,10,...18 numaralı formüllerde, Or_1 : orman değeri 1; Or_2 : orman değeri 2; Or_3 : orman değeri 3, Or_4 : orman değeri 4; Or_n : normal kuruluşa sahip ormanların kapital değeri; ra_i : düzenleme süresi içinde her yıl alınan net gelir düzeyleri; r_{ni} : idare süresi içinde her yıl alınan net gelir düzeyleri; rp_i : düzenleme süresinin ayrıldığı beşer yıllık periyotlarda elde edilen yıllık net gelirler; ra_0 : düzenleme süresinin ayrıldığı beşer yıllık periyotlarda elde edilen yıllık net gelirlerin ortalaması; D : düzenleme süresi; U : idare süresi; p : faiz oranı ve v : yıllık genel idare gideri anlamlarına gelmektedir.

2.1.2 Tarım Alanlarında Gerçekleştirilen İşlemler

Ayvalık Orman İşletme Şefliği sınırları içinde bulunan 29 adet yerleşim biriminde (belde, köy) yer alan tarım arazilerinde gözlem yapılmıştır. Tarım arazilerine ilişkin gözlemlerde, arazi değeriyle ilgili olduğu düşünülen özelliklere ilişkin ölçümler yapılmış ve arazileri sahiplerine anket uygulanmıştır.

Tarım arazilerinin değeriyle ilgili değişkenlerin belirlenmesi ve anket formunun düzenlenmesi: İstatistik analizlerde kullanmak amacıyla, tarım arazilerinin değerleriyle ilgili 25 adet soru hazırlanmış ve alınacak yanıtlara ilişkin boşlukların bulunduğu bir anket formu düzenlenmiştir. Söz konusu anket formları, ilgili yerleşim birimlerindeki orman alanlarına en yakın tarım arazilerinin sahipleriyle yüz yüze görüşülmek suretiyle doldurulmuştur. Görüşmelerde, öncelikle anketin amacı açıklanmış, daha sonra soruların yanıtları istenmiştir. Arazi sahiplerince verilen yanıtlar gözlem ve ölçüm yapılarak denetlenmeye çalışılmıştır. Gerçekleştirilen denetim sonucunda, anket formunda yer alan sorulardan 5 tanesi (yetiştirilen ürün çeşidi ve 1 Dönümden alınan ürün miktarı; ürün yetiştirmek için alınan destek; araziyi iyileştirmek için yapılan ıslah çalışmaları ve bu çalışmaların maliyeti; arazinin 1 Dönümden elde edilen yıllık brüt gelir düzeyi; arazinin en yakın orman alanına uzaklığı), yeterli sayıda ve güvenilirlikte yanıt alınmadığı için

analiz dışında bırakılmıştır. Böylece, tarım arazilerinin değerleri ile ilgili çoklu regresyon analizleri biri bağımlı olmak üzere 19 bağımsız değişkenle yapılmıştır. Bu değişkenler sırasıyla: tarım arazisinin pazar değeri (Y); arazide yetiştirilen ürünün çeşidi (X_1)¹⁵⁾; yetiştirilen ürünün pazar fiyatı (X_2); arazinin en yakın pazar merkezine uzaklığı (X_3)¹⁶⁾; arazinin en yakın karayoluna uzaklığı (X_4); arazinin denize uzaklığı (X_5); araziye pazar merkezine ulaştırılan yolun niteliği (X_6); araziye sulama olanağı (X_7); arazinin toprak derinliği (X_8); arazinin görsel-estetik özelliği (X_9); arazinin eğimi (X_{10}); arazinin yükseltisi (X_{11}); arazinin alıcı bulma olasılığı (X_{12}); arazinin vergi değeri (X_{13}); arazinin fiyatı (X_{14}); arazi fiyatıyla ilgili spekülasyon (X_{15}); arazinin kadastro durumu (X_{16}); araziye satın alma talebinin geldiği yer (X_{17}); arazinin bir dönümünden elde edilen net gelir (X_{18}) ve bir adet zeytin ağacının fiyatı (X_{19}) dir.

2.1.3 Ormancılıkta Kullanılabilecek Faiz Oranın Hesaplanmasıyla İlgili İşlemler

Ormancılıkta kullanılabilecek faiz oranı, "ormancılıkta ve ormancılık etkinliğine alternatif kabul edilen başka ekonomik etkinliklerde kullanılan benzer arazilerin kapital değerleri birbirine eşit sayılabilir" şeklinde ifade edilebilen varsayımdan hareket edilerek belirlenmiştir. Bu varsayım doğrultusunda, odun üretimine tahsis edilmiş orman arazileri üzerinde gerçekleştirilebilecek en yakın ve en iyi alternatif ekonomik etkinliğin¹⁷⁾ tarım etkinliği olduğu kabul edilmiştir. Bu kabulden sonra faiz oranını hesaplamak için farklı iki yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşımlardan birincisinde; belli bir orman arazisinin birim kapital değeri ile bu orman arazisine en yakın ve en benzer biyofiziksel koşullara sahip olduğu kabul edilen bir tarım arazisinin birim kapital değeri birbirleriyle kıyaslanmıştır. İkincisinde ise, gözlemlenen çok sayıdaki orman arazilerinin toplam kapital değeri ile söz konusu orman arazilerine en yakın ve en benzer biyofiziksel koşullara sahip olduğu kabul edilen çok sayıdaki tarım arazilerinin toplam kapital değeri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. İkinci yaklaşıma ait karşılaştırma üç farklı şekilde yapılmıştır: 1-Gözlem yapılan orman ve tarım arazilerinin tümü karşılaştırılmıştır; 2-Birbirlerine en yakın konumdaki orman ve tarım arazileri karşılaştırılmıştır; 3-Orman arazileri ve bunlara en yakın konumda ve üzerlerinde zeytin dışında ürün yetiştirilen tarım arazileri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda, orman arazilerinin kapital değerleri gelir değeri yöntemiyle¹⁸⁾, tarım arazilerinin değerleri ise pazar araştırması sonucunda elde edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1 Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

Arazi değerlerine ilişkin bulgular; orman arazi değerlerine ilişkin bulgular (3.1.1) ve tarım arazi değerine ilişkin bulgular (3.1.2) başlıkları altında açıklanmıştır.

¹⁵⁾ Araştırma alanında zeytin, tütün, buğday, fıstıkçami, domates ve pamuk, yetiştirilmektedir.

¹⁶⁾ En yakın pazar merkezleri Ayvalık ve Burhaniye birimlerinin merkezleridir.

¹⁷⁾ En iyi alternatif ekonomik etkinlik: Ormancılığa alternatif olabilecek en yüksek sosyoekonomik fayda sağlayan etkinlik anlamındadır.

¹⁸⁾ Açıklanan yaklaşımlarla faiz oranını hesaplayabilmek için, orman arazisinin kapital değerinin faizle ilişkili olarak formüle edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Faustmann ve Oswald formülleri kullanılmıştır (bkz Formül 2 ve Formül 3).

3.1.1 Orman Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

Orman arazilerinin değerleri, istatistik yöntem ve gelir değeri yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu nedenle, söz konusu yöntemlerin uygulanmasına ilişkin bulgular iki ayrı başlıkta (3.1.1.1 ve 3.1.1.2) verilmiştir.

3.1.1.1 İstatistik Yöntem ile Belirlenen Orman Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

Orman arazi değerini ve bu değer üzerinde etkili olan öğeleri açıklamak üzere çoklu doğrusal regresyon analizinden yararlanılmıştır. Bu analizde çok sayıda (en az 30) gözlem yapılması gerekmektedir. Ancak, çalışma alanında hipotetik olarak 3 adet YOİ'si ile 156 adet POİ'si oluşturulmuştur. Bu nedenle söz konusu analiz, yalnızca POİ'lerine uygulanabilmektedir. POİ'nin arazi değerlerini açıklamak üzere çoklu doğrusal regresyon analizleri, POİ'leri sınıflandırılmaksızın ve sınıflandırılarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerden bağımsız değişkenlerden bazılarının arazi değerini etkilemediği veya düşük düzeyde etkilediği ortaya çıkmıştır. Çoklu regresyon analizlerinin gerçekleştirildiği gruplar ve analiz dışında kalan bağımsız değişkenler Tablo 2'de verilmiştir (bkz Başlık 2.1.1).

Tablo 2: Çoklu Doğrusal Analizlerinde Elenen Bağımsız Değişkenlerin Listesi
Table 2: List Of The Variables Eliminated By Multiple Linear Regression Analyses

POİ'lerinin Sınıflandırılması The Classification of WGPPI's	Bağımsız Değişkenler Independent Variables
Tüm POİ'ler All of the WGPPI's	$X_4, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{16}, X_{17}, X_{20}, X_{25}, X_{27}, X_{29}, X_{30}, X_{34}, X_{36}$
Kızılçam POİ'ler Calabrian pine WGPPI's	$X_3, X_4, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{16}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{29}, X_{30}, X_{34}$
Kızılçam İyi Bonitet POİ'ler Calabrian pine High Site Index WGPPI's	$X_2, X_3, X_4, X_6, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{14}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{34}$
Kızılçam Düşük Bonitet POİ'ler Calabrian pine Low Site Index WGPPI's	$X_2, X_6, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{14}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{34}$

3.1.1.2 Gelir Değeri Yöntemiyle Belirlenen Orman Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

Periyodik ve yıllık orman işletmelerinde, gelir değeri yöntemi uygulanarak belirlenen arazi değerlerine ilişkin bulgular ayrı başlıklar (3.1.1.2.1 ve 3.1.1.2.2) altında açıklanmıştır.

3.1.1.2.1 Periyodik Orman İşletmelerinde Gelir Değeri Yöntemiyle Belirlenen Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

Uygulama sonucunda, POİ'lerinin arazi değerlerini, işletmenin değer belirleme tarihinde sahip olduğu aktüel ağaç servetinin düzeyi; yetiştirilen ağaç türünün; değer belirlemede kullanılan yöntem(ler)in; geliştirme ve bakım tekniklerinin; idare süresi uzunluğunun ve faiz (indirgeme) oranının etkilediği saptanmıştır

POİ'sinin arazisinin değeri, üzerinde ağaç servetinin bulunması veya bulunmaması, ağaç serveti varsa bunun yaş sınıflarına dağılımı etkilemektedir. Örneğin, anormal ağaç servetine¹⁹⁾ sahip bir POİ'sinden elde edilen net gelirler, kararlaştırılan düzenleme süresine ve yaşa bağlı olarak değişmektedir. Ağaç türü de doğal olarak arazi değeri üzerinde etkili olmaktadır. Çünkü, çeşitli ağaç türlerinin piyasa fiyatlarının birbirinden farklı olması, arazide yetiştirilen ağaç türüne bağlı olarak son kesimden ve aralama kesimlerinden elde edilecek net gelirleri değiştirmektedir. 8, 113, 114 numaralı POİ'lerinde farklı ağaç türlerinin (kızılçam, karaçam) yetişebileceği düşünülerek hesaplanan arazi değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: 8, 113, 114 No'lu POİ'lerinde Farklı Ağaç Türlerine İle Hesaplanan Arazi Değerleri (Düşük Bonitet; İdare Süresi (U):45 Yıl)

Table 3: Land Values Determined Due On Different Tree Species At The Working Group Giving Perpetual Periodic Income No: 8, 113 And 114

Periyodik Orman İşletme No WGPPİ's Number	ARAZİ DEĞERLERİ LAND VALUES				TL/Hektar TL/Hectare
	Ağaç Türü: Karaçam Tree Species: Crimenan pine		Ağaç Türü: Kızılçam Tree Species: Calabrian pine		
	Faustmann	Oswald	Faustmann	Oswald	
8	8 658 078	150 135 138	6 183 169	40 168 922	
113	86 591 471	150 140 351	30 249 902	67 165 487	
114	79 448 750	142 997 809	24 974 159	61 889 743	

Tablo 3'den de görüleceği üzere, karaçam yetiştirilmesi halinde arazinin değeri hem Faustmann hem de Oswald formülüyle daha yüksek çıkmaktadır. Bu durum, karaçam ürün çeşitlerinin ormandaki dikili satış değerlerinin, kızılçam ürün çeşitlerinin ormandaki dikili satış değerlerinden yüksek olmasının sonucudur. Çünkü, Faustmann ve Oswald formülleriyle arazi değeri, söz konusu POİ'lerinden elde edilen net gelirlere dayanarak hesaplanmaktadır. Ancak, yukarıda değinilen faktörler dışında POİ'lerinin içinde buldukları diğer koşulların sabit kabul edildiği unutulmamalıdır.

Aralama kesimlerinin yapıp yapılmaması da arazi değeri üzerinde etkili olmaktadır. Aralama kesimlerinden elde edilen ürün çeşitlerinin dikili satış değerlerinin pozitif olması, söz

¹⁹⁾ Anormal ağaç serveti: Anormal orman kuruluşuna sahip orman işletmelerinde bulunan ağaç serveti düzeyidir.

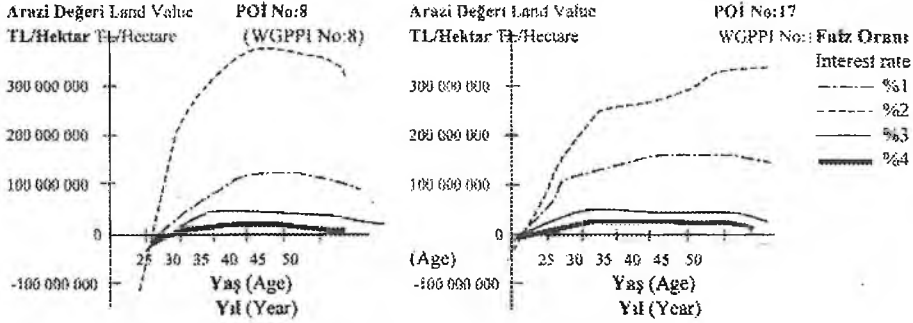
konusu arazi değerlerini olumlu yönde etkilerken; negatif olması olumsuz yönde etkilemektedir (Tablo 4). Değer belirlemede kullanılan çeşitli yöntemlere ilişkin sonuçlar da birbirinden farklıdır. Zira söz konusu yöntemler ya diğerlerinden farklı temellere sahiptir ya da farklı veriler kullanmaktadır. Gerçekten de aynı temele dayanan ancak göz önüne alınan verileri farklı olarak ele alan Faustmann ve Oswald formülleri ile birbirinden farklı arazi değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Poi'lerde Aralama Kesimlerine Bağlı Olarak Hesaplanan Arazi Değerleri

Table 4: The Land Values Calculated With Relation To The Thinning Cuts At The Working Group Giving Perpetual Periodic Income

POİ'ler WGPPİ's	Yaş Yıl Age Years	Faustmann Arazi Değeri (TL/Ha) Faustmann Land Value (TL/Hectare)		Oswald Arazi Değeri (TL/Ha) Oswald Land Value(TL/Hectare)	
		Aralama Yok Without Thinning	Aralama Var Thinning	Aralama Yok Without Thinning	Aralama Var Thinning
8 No'lu POİ	20	-57 054 645	-3 416 085	6 494 415	60 132 975
Karaçam -İyi	30	-18 366 562	55 130 715	45 182 498	118 679 775
Bonitet	40	997 404	77 435 247	64 546 464	140 984 307
WGPPİ No 8 Crimenan	45	4 089 693	86 586 078	67 638 753	150 135 138
Pine-High Site Index	50	4 349 762	80 602 819	67 898 823	144 151 879
17 No'lu POİ	20	-31 481 647	-30 737 852	4 367 488	5 111 283
Kızılcım	30	-1 965 505	38 486 473	33 883 630	74 335 608
Düşük Bonitet	40	389 129 46	73 214 674	74 762 081	109 063 809
WGPPİ No 17 Calabrian	45	35 863 047	68 200 659	71 712 182	104 049 794
Pine-Low Site Index	50	29 348 354	60 163 896	65 197 489	96 013 031

Faiz oran ve idare süresi değişiminin arazi değeri üzerindeki etkisi Grafik 1'de gösterilmiştir (Arazi değerleri, Faustmann formülüne değişik faiz oranları (%1, %2, %3, %4) ve değişik idare süreleri (20, 30, 40, 45, 50, 60 ve 70 yıl) uygulanarak hesaplanmıştır). Grafik 1 incelenirse; en yüksek arazi değerini veren faiz oranının %2, bu faiz oranı ile hesaplanan idare süresinin ise kızılçam veya karaçam düşük bonitet yetişme ortamlarında 45 yıl, kızılçam iyi bonitet yetişme ortamlarında 40 yıl olduğu görülecektir.



Grafik 1: 8 ve 17 numaralı periyodik işletmelerde faiz oranı ile arazi değeri arasındaki ilişki
 Grafik 1: The relationship between interest rate and land value at the working group giving perpetual periodic no. 8 and 17

3.1.1.2.2 Yıllık Orman İşletmelerinde Gelir Değeri Yöntemine Göre Belirlenen Arazi Değerlerine İlişkin Bulgular

YOİ'lerinde arazi değeri farklı iki yaklaşımdan; Formül 6 ve Formül 7'den hareket edilerek belirlenmiştir. Söz konusu yaklaşımlar 2.1.1 başlığı altında açıklanmıştır.

Formül 6'dan hareket edilerek arazi değerinin belirlenmesi halinde orman ve ağaç serveti değerini etkileyen ögeler, arazi değeri üzerinde de etkili olmaktadır. Bu nedenle, YOİ'nin arazi değeri üzerinde; orman ve ağaç serveti değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler, aralama kesimlerinin yapıp/yapılmaması, kesim düzenini oluşturma şekli, işletme yöneticisinin başarısı/başarısızlığı (o güne kadar almış olduğu kararlar), faiz oranı ve idare süresinin uzunluğu etkili olmaktadır (Tablo 5). Formül 7'den hareket edilmesi halinde, doğal olarak bölme/bölme-ciklerin arazi değerlerini etkileyen ögeler, YOİ'sinin arazi değerini de etkilemektedir (Bölme/bölme-cik, yani POİ'lerin arazi değerlerini etkileyen ögeler 3.1.1.2.1 başlığı altında açıklanmıştır).

Tablo 5: Oluşturulan Senaryolara Göre A2 YOİ'de Hesaplanan Arazi, Ağaç Serveti Ve Orman Değerleri (Düşük Bonitet)
Table 5: The Land, Timber And Forest Values Calculated At A2 Working Group Giving Perpetual Annual Income
According To The Created Scenarios (Low Site Index)

Senaryo Scenerio	Orman Değerleri Forest Values	İdare Süresi Rotation Yıl (Year)	Orman Değeri (TL) Forest Values (TL)e		Ağaç Serveti) Değeri. (TL Values of Timber (TL)	Arazi Değeri (TL) Land Values (TL)	
			Aralama yok Without Thinning	Aralama var Thinning		Aralama yok Without Thinning	Aralama var Thinning
1	Or 1	40	-25082064322	-12993701675	50856000000	-75938064322	-63849701675
	Or 2	40	-24160791421	-12171289417	50856000000	-24160791421	-12171289417
	Or 3	40	-24367100706	-10323595966	50856000000	-24367100706	-10323595966
	Or 4	40	59013489880	87564922266	50856000000	59013489880	87564922266
	Or 1	50	-23146921298	-13349882694	76487322313	-99634243611	-89837205007
	Or 2	50	-22319544266	-12658768884	76487322313	-22319544266	-12658768884
	Or 3	50	-22486798490	-98974120803	76487322313	-22486798490	-98974120803
	Or 4	50	78519675605	1,01357E+11	76487322313	78519675605	1,01357E+11
2	Or 1	40	-3346023586	8714098450	50725266911	-54071290497	-42011168461
	Or 2	40	-3,31E+11	86448794981	50725266911	-3,31137E+11	86448794981
	Or 3	40	-6265162282	7736694017	50725266911	-6265162282	7736694017
	Or 4	40	-2938279627	899625639	50725266911	-2938279627	899625639
	Or 1	50	1885070285	1,16612E+11	76831355356	-74946285071	39780891308
	Or 2	50	1910933650	11551386063	76831355356	1910933650	11551386063
	Or 3	50	-1298270635	11291001243	76831355356	-1298270635	11291001243
	Or 4	50	2313205547	11918592981	76831355356	2313205547	11918592981
3	Or 1	40	95619299202	1,44061E+14	51005473868	44613825334	1,44010E+14
	Or 2	40	92991789135	1,43043E+14	51005473868	92991789135	1,43043E+14
	Or 3	40	91428967524	1,68995E+14	51005473868	91428967524	1,68995E+14
	Or 4	40	59097522200	3,41482E+14	51005473868	59097522200	3,41482E+14
	Or 1	50	84697365200	1,23089E+14	76427380259	8269984941	1,23013E+14
	Or 2	50	82360709183	1,21459E+14	76427380259	82360709183	1,21459E+14
	Or 3	50	80619992334	1,59425E+14	76427380259	80619992334	1,59425E+14
	Or 4	50	78600694957	2,96399E+14	76427380259	78600694957	2,96399E+14

3.1.2 Tarım Arazilerinin Değerlerine İlişkin Bulgular

Tarım arazilerinin değerleri üzerinde etkili olan öğeler iki ayrı alt başlıkta (3.1.2.1 ve 3.1.2.2) açıklanmıştır.

3.1.2.1 Gözlem Yapılan Tarım Arazileri Sınıflandırılmaksızın Gerçekleştirilen Çoklu Doğrusal Regresyon Analizine İlişkin Bulgular

Gözlem yapılan tarım arazilerinin tümüne uygulanan çoklu doğrusal regresyon analizi ile tarım arazilerindeki değerlerdeki değişimin %43'ü analize sokulan 19 bağımsız değişken (bkz Başlık 2.1.1) tarafından açıklanabilmektedir. Ayrıca, tarım arazilerinin değerlerini en çok etkileyen değişkenlerin, arazinin yerleşim alanına dönüşme olanağı ve zeytin yetiştirme yeteneği oldukları anlaşılmıştır. Çünkü, analizim yapıldığı yerleşim birimlerinde, geçim kaynağını büyük ölçüde zeytin ürünü oluşturmaktadır. Ayrıca, sahip olunan denize yakınlık, iklim, ulaşım ve topografik,... koşullar tarım arazileri üzerine yoğun bir şehirleşme baskısını beraberinde getirmiştir. Ancak, tarım arazilerinin değerleri üzerinde kadastro ve imar durumlarının dikkate alınacak düzeyde etkili olmadığı saptanmıştır. Çelişkili gibi görünen bu durum, aslında Ülkemizde, dolayısıyla söz konusu yörede, geçerli olan plansız yerleşim anlayışı doğrultusunda geçerli olmaktadır. Çünkü, Ülkemizde doğal nüfus artışı ve göçlerle artan yerleşim alanı açığı, genellikle tarım ve/veya orman alanlarının yasalara uygun ya da uygun olmayan yollardan yerleşim alanlarına dönüştürülmesiyle kapatılmaktadır. Yörede yetiştirilmek üzere tercih edilen başlıca ürünün zeytin olması, sulama olanağı, toprak derinliği ve yükselti değişkenlerinin tarım arazilerinin değerleri üzerindeki etkisini düşürmektedir. Bu sonuç, yetkililerden, zeytin ağacının sığ ve kıraç topraklara oranla derin ve sulu (taban) topraklarda daha fazla ürün verdiği, bilgisinin edinilmesi üzerine anlamlı bulunmuştur.

3.1.2.2 Zeytin Yetiştirilen Tarım Arazilerinde Gerçekleştirilen Çoklu Doğrusal Regresyon Analizine İlişkin Bulgular

Üzerlerinde zeytin yetiştirilen tarım arazilerine uygulanan çoklu doğrusal regresyon analizinde, X_1 ve X_2 bağımsız değişkenleri (yetiştirilen çeşidi ve bu ürünün birim satış fiyatı) elenmiştir. Çünkü, bu iki bağımsız değişken analize sokulan gözlemlerde aynı değerlere sahiptir. Sonuç olarak, zeytin yetiştirilen tarım arazilerinin değerlerindeki değişimi X_{19} bağımsız değişkeninin (dikili haldeki bir adet zeytin ağacının fiyatı) büyük oranda açıkladığı görülmüştür. Bu durum, zeytinciliğin yöredeki en kazançlı uğraş kabul edilmesinin sonucudur. Ancak, sahile yakın tarım araziler üzerindeki zeytin ağaçlarının fiyatları, arazinin imara açılma (yüksek rant elde etme) olasılığı nedeniyle, sahipleri tarafından diğer yerlerdekine oranla daha yüksek düzeyde tutulduğu gözlenmiştir.

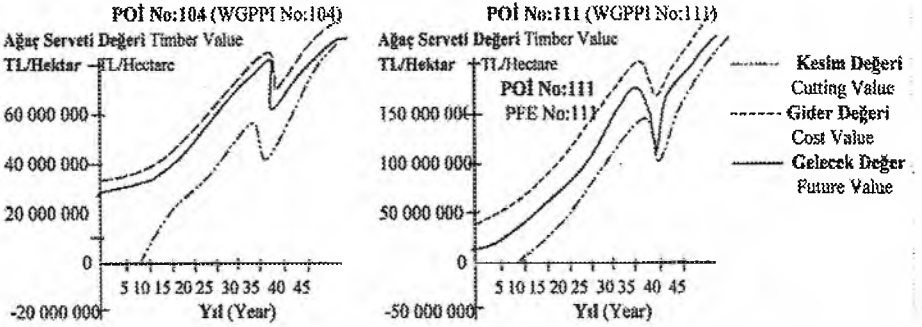
3.1.3 Ağaç Serveti Değerlerine İlişkin Bulgular

Periyodik ve yıllık orman işletmelerinin ağaç servetleri değerlerine ilişkin bulgular, ayrı alt başlıklarda (3.1.3.1 ve 3.1.3.2) açıklanmıştır.

3.1.3.1 Periyodik Orman İşletmelerinin Ağaç Serveti Değerlerine İlişkin Bulgular

Gerek normal ağaç servetinin, gerekse aktüel ağaç servetlerinin kesim, gider ve gelecek değerleri: değer belirlemede kullanılan yöntem; ağaç türü; idare süresi-yaş; bonitet; uygulanan silvikültürel işlemler ve faiz oranı faktörlerinden etkilenmektedir (daha önce de belirtildiği üzere orman işletmelerinin içinde bulunduğu diğer koşullar sabittir).

Normal ağaç serveti değerinin, değer belirleme yöntemleri (ağaç servetinin kesim, gider ve gelecek değerleri), bonitet ve yaşa bağlı değişimi, Grafik 2'de gösterilmiştir.



Grafik 2: 104 ve 111 no'lu POİ'nin ağaç servetinin kesim, gider ve gelecek değerleri

Graphic 2: The cutting, cost and future values of the timber values of the WGPPİ's no:104 and 111

Grafik 2'de (silvikültürel uygulamalar, ağaç türü ve faiz oranı sabit kabul edilmiştir), düşük bonitet yetişme ortamında (104 No'lu POİ), idare süresi boyunca en düşük normal ağaç serveti değeri, kesim değerine aittir. Ayrıca, 30.yaşa kadar normal ağaç servetinin gelecek ve gider değerleri birbirine çok yakın, ancak, kesim değerinden çok farklı sonuçlara sahip olduğu halde; 30. yaştan sonra kesim, gider ve gelecek değerler birbirine yaklaşmaktadır. İyi bonitet yetişme ortamında (111 No'lu POİ) ise, normal ağaç servetinin kesim değeri 30. yaşa kadar gelecek değerinin altında, 30. yaştan sonra üstünde seyretmektedir. Ayrıca normal ağaç servetinin kesim, gider ve gelecek değerleri, idare süresi sonuna kadar birbirlerinden dikkate değer ölçülerde farklıdır. Düşük bonitet yetişme ortamında; aralama kesimlerinin yapılıp-yapılmaması normal ağaç servetinin gider ve gelecek değerlerinin gelişimi etkilememezken iyi bonitet yetişme ortamında etkilenmektedir. Düşük bonitet yetişme ortamlarında gider değeri gelecek değerden yüksek çıkarken, iyi bonitet yetişme ortamında durum tersine dönmektedir.

Normal ağaç servetinin gelecek ve gider değerleri hesaplanırken kullanılan faiz oranının sonucu etkilediği unutulmamalıdır. Çünkü faiz oranının büyük seçilmesi gelecekteki değeri büyütürken, indirgeme sonucunda bulunan değeri küçültmektedir. Ayrıca, normal ve anormal ağaç servetinin kesim, gider ve gelecek değerleri birbirinden oldukça farklı bulunmuştur. Bu nedenle, değerler arasından uygun olanın seçimi önemli sorunlardan birisidir.

3.1.3.2 Yıllık Orman İşletmelerinin Ağaç Servetlerinin Değerlerine İlişkin Bulgular

YOİ'lerinin ağaç servetlerinin değerlerini etkileyen faktörler, POİ'lerinin ağaç serveti değerlerini etkileyen faktörlerle aynıdır. Çünkü YOİ'ler, POİ'lerine karşılık gelen bölme/bölme-ciklerden (meşcerelerden) oluşturulmuştur.

0, 1, 2, ...U yaşlı ağaç servetine sahip yıllık kesim alanları incelendiğinde, bu alanlardaki normal ağaç servetinin kesim değerlerinin U. yaştan 0. yaşa inildikçe küçüldüğü, hatta negatif değerler aldıkları gözlenmiştir. Ancak, istenirse YOİ'sinin normal ağaç servetinin kesim değeri belirlenirken negatif kesim değerleri göz ardı edilebilir. A2 YOİ'sinde (Senaryo 2, U=45) negatif kesim değerleri dikkate alınarak 64 179 760 901 TL; negatif kesim değerleri dikkate alınmayarak 64 134 209 008 TL olarak bulunmuştur. Belirlenen normal ağaç serveti kesim değerleri arasındaki farkın (64 179 760 901 TL - 64 134 209 008 TL = 45 551 893 TL) küçük olduğu düşünülebilir, ancak bu farkın önemli düzeyde de olabileceği unutulmamalıdır.

YOİ'sinin normal ağaç servetinin gider ve gelecek değerleri, orman arazisine kira ödenmediği kabul edilerek ya da uygun arazi değer(ler)i saptanarak belirlenebilir. Ancak, uygun arazi değer(ler)inin saptanması oldukça zorlayıcı bir durumdur. Ağaç servetinin gider ve gelecek değerleri ilgili örnek açıklamalar, A2 YOİ (kızılçam düşük bonitet)'nde ve Senaryo 2 doğrultusunda yapılmıştır: 1-Arazi değerinin; YOİ için kabul edilen idare süresine göre her bölme ve bölmecikte hesaplanan Faustmann arazi hasıla değeri olarak alınması durumunda: YOİ'nin normal ağaç serveti gider değeri ($NASD_{GID} = -1,0361E11$ TL ve gelecek değeri ($NASD_{GED} = 1,85987E12$ TL olarak, 2-YOİ'nin 1 Ha'nın arazi değerini ortalama 34 887 900 TL alınması durumunda: YOİ'nin $NASD_{GID} = 15 654$ TL ve $NASD_{GED} = 1,76325E+12$ TL olarak, 3-Arazi kirasının verilmediği kabul edilerek ($B_0=0$): YOİ'nin $NASD_{GID} = -1,07196E+11$ TL ve $NASD_{GED} = 1,80116E+12$ TL olarak bulunmuştur.

3.3 Orman (Arazi+ Ağaç Serveti) Değerlerine İlişkin Bulgular

Orman (arazi+ağaç serveti) değerleri, periyodik ve yıllık orman işletmeleri göz önüne alınarak hesaplandığı için, bunlarla ilgili bulgular iki ayrı alt başlıkta (3.3.1 ve 3.3.2) açıklanmıştır.

3.3.1 Periyodik Orman İşletmelerinin Orman Değerlerine İlişkin Bulgular

POİ'lerinin orman değerleri, bu işletmelerin arazi değeri ve ağaç serveti değerinin toplamı olarak bulunmuştur. Bu nedenle, arazi ve ağaç serveti değerlerini etkileyen faktörlerin orman değeri üzerinde de etkili olacağı açıktır. Söz konusu faktörler, 3.1 ve 3.2 numaralı başlıklarda açıklanmıştır.

POİ'lerinde, arazi değerlerinin Faustmann veya Oswald formülleriyle, normal ağaç serveti değerlerinin kesim değeri yöntemiyle belirlenmesi halinde, en yüksek orman değerine 70 yıllık idare süresi ile ulaşılmıştır.

3.3.2 Yıllık Orman İşletmelerinin Orman Değerlerine İlişkin Bulgular

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda görülmüştür ki, orman değerini: yıllık kesim alanlarının kesim sırası (düzeni); gençleştirme tekniği; silvikültürel işlemler (aralama kesimleri);

idare süresi; net gelirlerin bugüne indirgenmesi için kullanılan formüller; faiz oranı ve işletme yöneticilerinin kararları doğrudan etkilemektedir. Odun ürünün piyasadaki fiyatını ve arazinin verim gücü doğrudan etkileyen ağaç türü ve bonitetin, net gelirler üzerindeki etkisi açık bir şekilde belli olduğundan burada ayrıca incelenmemiştir. Söz konusu unsurların orman değeri üzerindeki etkileri, işletme sınıflarının içinde bulunduğu diğer koşulların sabit kaldığı düşümlere incelenmiş ve aşağıda sırası ile açıklanmıştır.

YOİ'sinde oluşturulan kesim düzeni, o işletmeden idare süresi boyunca elde edilen yıllık net gelir düzeylerini belirlemektedir. Çünkü, işletmeyi oluşturan bölme/bölmecikler üretim maliyetleri bakımından birbirinden farklı koşullara sahiptir. Bu nedenle, kesim düzeni amaca uygun oluşturulmalıdır.

İdare süresinin, aralama kesimlerinin, düzenlenen senaryoların ve yıllık net gelirleri kapitalize etme yöntemlerinin orman değerleri (Or1, Or2, Or3, Or4; bkz Başlık 2.1.1) üzerindeki etkisi Tablo 5'ten izlenebilir. Tablo 6²⁰⁾'da ise, gençleştirme tekniklerinin ve aralama kesimlerinin etkisi gösterilmiştir.

Tablo 6: Gençleştirme Tekniklerinin Orman Değerleri Üzerindeki Etkisi (Düşük Bonitet; U: 45 Yıl)

Table 6: The Effect Of The Regeneration Techniques On The Forest Values (Low Site Index; U: 45 Years).

Orman Değerleri Forest Values	Doğal Natural	Gençleştirme Regeneration	Ağaçlandırma Plantation	
	Aralama Yok Without Thinning	Aralama Var Thinning	Aralama Yok Without Thinning	Aralama Var Thinning
Or 1	-15 539 313 144	27 627 675 791	-25 082 064 322	-12 993 701 675
Or 2	-11 905 289 596	84 212 408	-24 160 791 421	-12 771 289 412
Or 3	15 610 809 516	29 654 312 809	-20 000 000 000	-10 300 000 000
Or 4	98 991 400 915	12 754 300 000	59 000 000 000	87 600 000 000

Tablo 5 ve Tablo 6 incelenirse, aralama kesimlerinin yapılması halinde orman değerleri daha büyüktür. Düzenlenen senaryolar içinden en yüksek orman değerine Senaryo 3 ile ulaşılmaktadır. Çünkü bu senaryoda, YOİ'sinin arazisinin tamamı kesim (U) yaşına gelmiş ağaçlarla kaplı olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla bu kabul, düzenleme süresi boyunca her yıl yüksek düzeyde net gelirlerin elde edilmesini sağlamaktadır. En yüksek orman değeri Or 4 formülüyle elde edilirken, idare süresinin orman değeri üzerindeki etkisinin senaryolara ve orman değerini belirleme yöntemlerine göre değiştiği gözlenmiştir.

Faiz oranının orman değeri üzerindeki etkisi idare süresine benzerdir. Faiz oranı büyüdükçe, önceleri orman değeri yükselmekte ve maksimuma ulaşmakta, daha sonra giderek

²⁰⁾ Tablo 7'de, Senaryo 2'ye göre düzenlenen Kızılcım düşük bonitet YOİ (1502 Ha'lık alanda, idare süresi 40 yıl) için belirlenen orman değerleri verilmiştir.

düşmektedir. Bu çalışmada, en yüksek orman değerini % 0,5 ile 1,5 arasındaki faiz oranları vermiştir.

3.4 Ormanlıkta Kullanılabilecek Faiz Oranın Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Ormanlıkta kullanılabilecek faiz oranlarının belirlenmesinde uygulanan yaklaşımlardan birincisinde (yani tekil gözlemlere dayanarak yapılan karşılaştırma), faiz oranları %0,40 ile % 2,6 arasında hesaplanmıştır. Faustmann formülünün kullanılması halinde saptanan faiz oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak, faiz oranları arasındaki fark çok düşük düzeydedir.

İkinci yaklaşımda (çok sayıdaki gözleme dayanarak) üç karşılaştırma yapılmıştır (bkz, Başlık 2.1.3). Faiz oranı, bu karşılaştırmalardan birincisinde % 0,0034 (orman arazi değeri Faustmann ve Oswald formülleriyle belirlenmiştir); ikincisinde % 0,95 (orman arazi değeri Faustmann formülüyle belirlenmiştir) - % 1,07 (orman arazi değeri Oswald formülüyle belirlenmiştir); üçüncüsünde ise % 1,07 (orman arazi değeri Faustmann formülüyle belirlenmiştir) - % 1,22 (orman arazi değeri Oswald formülüyle belirlenmiştir) olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman değerleri üzerinde etkili olan faktörler, bu çalışmada, -ormanın bugünkü kullanım şekli ve potansiyel kullanım şekli, yani yöneticilerin kararları; -ağaç türü; -bonitet; -idare süresi; uygulanan silvikültürel işlemler (bakım müdahaleleri); gençleştirme yöntemi; -değer belirleme tarihindeki mevcut ağaç servetinin yaşı ve düzeyi; -faiz oranı; değer belirlemede uygulanan yöntem; -ormandan sağlanan ürünlerin dikili satış değerleri olarak saptanmıştır.

Gelir değeri yöntemiyle belirlenen orman değerleri (arazi değeri, ağaç serveti değeri ve orman değeri) üzerinde yöneticilerin almış olduğu kararların etkisi (bugünkü kullanım şekli ve potansiyel kullanım şekli), A2 YOİ'nde uygulanan senaryolar ile ortaya konulmuştur. Hesaplanan arazi, ağaç serveti ve orman değerlerinin bu farklı senaryolar itibarıyla birbirinden oldukça farklı olduğu görülmüştür. Bu durumda yönetici kendi arazisinin, ormanın değerini etkilemektedir (Tablo 5). Ağaç türünün değişmesi halinde elde edilen gelirler de değişmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada; aynı arazi üzerinde kızılçam yerine karaçam kullanılması halinde daha yüksek orman değerleri elde edilmiştir. Zira, karaçamdan elde edilen ürün çeşitlerinin piyasa değeri kızılçamdan daha yüksektir (Tablo 3). Benzer şekilde iyi bonitetli araziler için hesaplanan orman değerleri normal olarak düşük bonitetlerden daha yüksek hesaplanmıştır (Grafik 2, Grafik 3, Tablo 4). Çünkü, iyi bonitet yetişme ortamına sahip arazilerden elde edilen ürün çeşitleri nitelik ve nicelik olarak daha iyi düzeydedir. Ancak, bu çalışmada araziden elde edilen ürünlerin kalitesindeki değişimin değer üzerindeki etkisinin araştırılmamıştır. İdare süresi de orman arazisinden elde edilecek ürün çeşitlerinin bileşimini ve düzeylerini etkilemekte, dolayısıyla net gelirlerin düzeyini değiştirmektedir. Bu nedenle, arazi, ağaç serveti ve orman değerleri üzerinde etkili olmaktadır (Grafik 2, Grafik 3, Tablo 5). Silvikültürel müdahalelerden biri olan aralama kesimlerinin orman değerleri üzerindeki etkisi araştırılmış ve aralama kesimlerinden elde edilen ürün çeşitlerinin satılarak pozitif net değer bırakması durumunda orman değerlerini yükselttiği gözlenmiştir (Tablo 4, Tablo 5). Orman değerleri üzerinde faiz oranının etkisi değer belirleme yöntem(ler)ine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, faiz oranı, kapitalizasyona dayanan yöntemlerde (gelir, gider, gelecek değer yöntemleri) etkili olurken, istatistik yöntemde etkili olamamaktadır. Gençleştirme giderleri, gençleştirme tekniklerine bağlı olarak

birbirinden farklıdır. Bu tekniklerde kullanılan faktörlerin nitelikleri ve düzeyleri ile bu faktörlerin orman işletmesinin içinden ya da dışından sağlanması maliyeti doğrudan etkilemektedir. İşletmelerde her yıl gerçekleştirilen gençleştirme faaliyetlerine ait giderin büyük olması, brüt yıllık gelirlerin değişmemesi halinde periyodik/yıllık net gelirleri küçültmektedir. Bu durumda gelir değeri yöntemi ile hesaplanan orman değerleri üzerinde pahalı gençleştirme yöntemlerinin negatif etkiye sahip olduğu söylenebilir. Buna karşılık, gider değeri yönteminin kullanılması halinde pahalı gençleştirme teknikleri daha yüksek değerlerin hesaplanmasına yol açacağı için pozitif etkiye sahip olmaktadır. Bu nedenle gençleştirme giderinin, orman değerlerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemle bağlı olarak, sonuç üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

POİ'lerinin arazi değerleri ile tarım arazilerinin değerleri ve bu değerler üzerinde etkili olan öğelerin istatistik yöntem kullanılarak açıklanabileceği saptanmıştır. Ancak, analize giren bağımsız değişkenler doğru seçilmeli ve doğru ölçülmelidir. Gerçekleştirilen çoklu doğrusal analizi ile tarım arazilerinin değerlerindeki değişimin %42'si, orman arazi değerlerindeki değişimin %90'dan fazlası açıklanmıştır. Tarım arazilerinin değerlerindeki değişimin düşük oranda açıklanmasının nedeni, ele alınan tarımsal arazilerin heterojen yapıda olması ve arazi değerini etkileyen tüm faktörlerin tanımlanamaması ve ölçülememesidir.

Ormancılıkta kullanılacak faiz oranı bu çalışmada oldukça düşük olarak ve %0,04 ile %1,7 arasında bulunmuştur. Faiz oranının, yatırımın uzun vadeli olması, meşçelerdeki artımın düşük olması, elde edilen ürün çeşitleri fiyatlarının düşük olması ve tarım arazisi sahiplerinin arazilerine, onlardan elde edecekleri gelirler dışındaki değerler atfetmelerine bağlı olarak küçük çıktığı düşünülmektedir.

Ülkemizdeki orman işletmelerinde genellikle idare süresi, silvikültürel işlemler, gençleştirme yöntemi ve üretim planlaması işletmelerin içinde buldukları sosyoekonomik koşullar,...vb dikkate alınmaksızın tekdüze olarak saptanmaktadır. Bu konulardaki kararların geleneksel yaklaşımlarla ve merkezi olarak alındığı bilinmektedir. Bu şekilde alınan kararlarla ormanların işletilmesi ve bu işletme koşullarına göre kapitalin değerinin, tahsis, zarar ve tazminat bedellerinin belirlenmesi yanlışlıklara, yani kapitalin (orman, arazi ve ağaç serveti) değerinin genellikle olduğundan küçük çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ormanlarla ilgili değer belirleme çalışmalarında, bugün ormanı işletmekte olanların yanlış kararlar doğrultusunda işletmecilik yapabilecekleri dikkate alınmalı ve değer belirlemede ormanın en iyi kullanımı esas alınmalıdır.

INVESTIGATIONS ON THE APPRAISAL OF LAND AND FOREST, A CASE STUDY: AYVALIK

Ar. Gör. Dr. Sultan BEKİROĞLU

Abstract

The studies related to the values of forests began in the 18th century and increased in number in time. At the beginning, the production of the forests aimed only at wood raw materials. The appraisal studies related to the other products, apart from wood, came into the agenda considerably late, in 1950s. Today, the appraisal of the forest values continue by taking wood as well as other products into consideration. Due to the present social and economical conditions, the market for various numbers of goods and services provided by forests does not exist. For this reason, it has become necessary to develop and apply valuation (appraisal) methods which take into consideration other criteria apart from market price.

In this study the values of forest land, timber stand, forest derived from timber harvesting and the value of agricultural land are examined. In addition, the factors affecting forest values are determined and the interest rate applicable to the forestry is calculated.

The values of forest lands and lands have been determined by statistical method, and income value method. The stumpage prices of the product ranges with respect to compartments have been calculated by taking advantage of the conversion value method. The value of timber stand has been calculated by using cutting value, cost value and future value methods, and the interest rate applicable to the forestry has been calculated by a new method developed for this study.

1. INTRODUCTION

Together with the domination of the understanding of liberal economy in the 18th century, the forests and goods/services obtained from the forests began to be perceived as the economical goods/services. However, the current social and economical conditions hindered the easy appraisal of the forests and forest products.

The objectives of this study are (I) to appraise land, timber stand and forest values, which are allocated for the wood production, as well as the values of the agricultural lands; (II) to put forward or specify the difficulties faced in the current appraisal studies; (III) to develop proposals concerning the solutions of the determined difficulties, and finally (IV) to calculate the interest rate that may be applicable to the forestry.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, databased was built including areal data (the forms of the current and potential usage of the forest land), economic data (the kind, quality and size of timber that should be cut to compose total volume of timber, various expenses and revenues related to the timber harvesting, and market prices of agricultural lands) and volume data (total volume of timber, volumes of reserved and desired growing stock, the level of products harvested). These data were mainly obtained from the relevant forest enterprise (Ayvalik Forest Subdistrict Headquarters) and literature. However some data, due to various reasons, could not be obtained, instead they have been estimated in accordance with the theoretical and practical principles.

The values of the agricultural lands and forest lands have been determined by statistical method, and values of the forests and forest lands, however, appraised by income value method. The stumpage prices of the product ranges with respect to compartments have been calculated by taking advantage of the conversion value method. In addition, the value of timber stand has been calculated by using cutting value, cost value and future value methods, the interest rate applicable to the forestry has been calculated by a new method developed for this study.

3. DISCUSSION AND RESULTS

The factors that are acting in the forestry related valuation studies, have been determined and found out to be the current and potential usage forms of the forest (e.g., timber harvesting, water producing, tourism), tree species (e.g., the Crimenan pine, the Calabrian pine), site quality by stand-development (e.g., low site index, high site index), rotation length (e.g., 20, 30, 40, 50, ...U years), silvicultural treatments (e.g., thinning and other partial cutting operations), regeneration techniques (e.g., naturally regeneration, artificially regeneration), the age and level of timber stand at the date of appraisal; interest rate, valuation method applied (e.g., income value method, cost value method, statistical method), stumpage prices of the products obtained from the forest and management decisions (where timber should be harvested and under what cutting specifications to take taking it from the forest, the amount of allowable cut).

The effect of the decisions made by the administrators has been brought into the light through the scenarios applied in the Calabrian pine working group giving perpetual annual income (working group comprising those parts of a forest that have the same silvicultural management and rotation). It has been seen that the calculated land, timber and the forest values have entirely varied for different scenarios. Therefore, it can clearly be prompted that administrative effects dominate the value of its own land and forest (Table 5). When tree species change, the

incomes obtained accordingly will change as well. This is because the market values of the products obtained from the Crimenan pine are higher than those of the Calabrian pine (Table 3). Similarly, the forest values calculated for the lands with high site index have normally been calculated higher than low (poor) site indexed areas. As a result, the products obtained from the lands with good site index rank higher either in qualitative or quantitative terms. In this study, however, the effect of the change in the quality of the products has not been subject to a thorough examination. This is because it is estimated that the increase in the quality affect the prices of the product ranges in a positive manner. The degree of this effect, however, still remains unknown (Graphic 1, Graphic 2, Table 4). On the other hand, the rotation length changes the compositions and qualities of the product ranges due to the fact that they are obtained from the forest land, and as a consequence, becomes effective on the land, timber and forest values (Graphic 1, Graphic 2, Table 5). The effect of the thinning cuts that remain to be one of the silvicultural interventions on the forest values has also been searched. Ultimately, in the event that the product ranges obtained from the thinning cuts are sold and left a net positive value, it has been seen that they have increased the forest values (Table 4, Table 5).

The effect of the interest rate on the forest values changes with respect to the appraisal method(s). For instance interest rate remains effective on the methods pursuant to the capitalization, whereas it cannot play an effective role on statistical method. The regeneration expenses differ from each other with regard to the regeneration methods. The growth of the expense covering the regeneration operations annually performed at the enterprises diminishes the periodical/annual net incomes while the annual gross incomes do not change. Consequently, the expensive regeneration methods might have a negative effect on the forest values calculated by income value method. However, if the expense value method is used, the expensive regeneration methods have a positive effect due to the fact that they will cause an increase in the values calculated. Therefore, it may be claimed that the regeneration expense becomes effective on the outcome depending on the method applied in the appraisal of forest values.

It has been observed that the values of lands of the working groups giving perpetual periodical income and the values of the agricultural lands, and elements that are effective on these values may be explained by the use of the statistical method. However, the independent variables used in the analysis must be selected and measured correctly. In our analysis, 42 % of the agricultural land value and more than 90 % of the forest land value have been possible to explain. The failure of the statistical method in explaining agricultural land values was not surprising since the investigated agricultural lands had heterogeneous structure and all factors affecting the land value have not been defined and measured, and therefore, not included in the analysis.

Interest rate used in forest valuation should be selected with great care, since it has a major influence on the appraisal results. In this study the interest rate applicable to the forestry has been found to be considerably low, changing between 0,04 % and 1,7 %. In Turkey most forest management decisions are generally made using irrelevant and irrational motives. Therefore, the calculated values after appraisal process are generally smaller than they should be. Considering this fact, in order to hinder the possible mistakes in forest appraisal studies, it is utterly necessary and vital to determine purpose of appraisal, to work out the suitable method(s), to select the method(s) using the most appropriate data, to introduce the best alternative utility for the goods and services under inspection, to apply this best alternative utility resolved for the properties and services, to use several different methods, if there is no restriction, in order to cross-check the results achieved.

The appraisal studies require multi-dimensional and complicated procedures. It is necessary to ensure the quality of the examination of the object and thereby the validity of the data by consulting more than one expert. It should not be either underestimated or forgotten that the sound and healthy communication between the experts would add substantial reliability on the outcome. However the most important limitation of the present study arises in the difficulty of obtaining dependable data. Therefore, some of the calculations could only be performed using estimated data. However it is always better to acquire all the data rather than making assumptions in order to reach the correct results. Making the necessary measurement to diminish or eliminate such assumptions is another necessity to carry out. Additionally, it is worthwhile to mention the importance and priority that should be given to the issue connected with the determination for the convenient use of the forest lands and the provision of the data related to this use in the forest appraisal studies in Turkey.

KAYNAKLAR*

AÇIL, F., 1976: Türkiye'de 1950-1974 Yılları Arasında Muhtelif Tarımsal Arazi Nevilerinin Kıymetleri ile Bunlardaki Değişmeler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No. 619, Şark Matbaası, 64 s., Ankara

AJZEN, I., PETERSON, G. L. Et al., 1988: Amenity Resource Valuation, Copright Venture Publishing, Inc., USDA Forest Service, pp.65-76, USA

AKAY, Z., TUNALIOĞLU, R., 1993: Rakamlarla Türkiye Zeytinciliği, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, İzmir

BUTTRICK, K. L., 1948: Forest Economics and Finance. Third Edition, John Wiley & Sons Inc., 484 p., USA

CLUTTER, J. L., FORTSON, J.C., 1983: Timber Management (A Quantative Approach) John Wiley & Sons Inc., 333 P., USA

DAVIS, P. K., 1966: Forest Management Regulation and Valuation. Mc Graw Hill Edition, 519p., USA

DAVIS, S. L., JOHNSON, K.N., 1987: Forest Management. Third Edition, Mc Graw Hill Edition, 790 p., USA

DUERR, W.A., 1960: Fundamental Economics. Mc Graw-Hill Book Company, 579 p., USA

ERASLAN, İ., ŞAD, H. C., 1993: Orman Amenajmanı. İ.Ü. Yay. No 3742, Orman Fak. Yay. No 123, 420 s., İstanbul

FIRAT, F., 1971: Ormancılık İşletme İktisadı. İ.Ü. Yay. No 1541, O. F. No 156, 581 s., İstanbul

* Bu çalışmada 122 adet kaynaktan yararlanılmıştır. Ancak burada, sayfa sınırlaması nedeniyle yararlanılan kaynakların yalnızca bir bölümü verilebilmiştir.

FORESTAL, INT. LIM., 1976: Forestry Survey of North Aegean, Marmara and Black Sea Region of Turkey. Fao Report, Canada

GEORGIU, S., WITTINGTON, D., Et al., 1997: Economic Values and Environment in the Developing World. ISBN 185898 500 5, 167 p., USA

MENDELSON R., MARKSTROM, D., 1988: Amenity Reseource Valuation. Copyright Ventur Publishing Inc., USDA Forest Service, pp. 159-166, USA

MÜLAYİM, Z., G., 1985: Tarımsal Kıymet Takdiri. A.Ü. Ziraat Fak. Yay No 935, 217 s., Ankara

NAUTIAL, J. C., 1988: Forest Economics, Principles and Applications. 569 p., Canada

ODERVALD, R. G., DUERR, W.A., 1990: König -Faustmannism: A Critique. Forest Science, Vol. 36, No 1, pp.169-174, USA

SUN, O., EREN, E., ORPAK, M.,1977:Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması.TÜBİTAK Yayını proje No TOAG-288,119s.,Ankara

XU, Z., BENGSTON, D. N. 1997: Trends in National Forest Values A MOG Forestry Professionals, Environmentalists, and the News Media, 1982-1993. Society Natural Resources, Number 10, pp. 43-59, USA

BOLU MINTIKASINDA ORMAN YOL ŞEBEKE VE NAKLİYAT PLANLARININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA DÜZENLENMESİ¹⁾

Ar. Gör. Dr. Murat DEMİR²⁾

Kısa Özet

Günümüzde gelişmiş ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımlarının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmada işletme şefliği ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü, Kayrak Orman İşletme Şefliği bölgesi araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk bölümlerinde ülkemizdeki orman yolu yapım çalışmaları, orman yollarının planlanmasında gerekli olan temel esaslar, sayısal arazi modelleri, bunların oluşturulması, uygulama alanları ve bilgisayar ortamında sayısal arazi modelleri ile orman yollarının planlanması konusu incelenerek Bolu mntıkasında uygulamalı bir örnek yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Eşyaların ve insanların bir yerden başka bir yere taşınması için, ne kadar ilkel ve basit de olsa, mutlaka bir yolun varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sorun insanlık tarihinin kaydettiği en eski ihtiyaçlardan birisidir. İnsanlar, en eski taşıma aracı olan kızıağın keşfi ile ilk yolları oluşturmuşlardır. Ancak yol tekniğinde ilk gelişmeler tekerleğin icadı ile M.Ö. 5000 yıllarında başlamıştır (UMAR/YAYLA 1986; SEÇKİN 1984-a). İnsanoğlunun kullandığı yol ve taşıma

¹⁾ İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman İnşaatı ve Transportu Programında aynı ad altında hazırlanmış Doktora Tezi çalışmasının özetidir

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

araçlarında yaptığı gelişmeler, modern hayat standartlarının gelişmesiyle birlikte yürümüştür (AYKUT 1984). Bilindiği gibi dağlık bölgelerde, yerleşim merkezlerinden uzakta ve zor araziler üzerinde bulunan ormanların işletmeye açılması büyük ölçüde taşıma imkanlarının etkisi altında bulunmaktadır. Ormanlardan devamlı şekilde yararlanma, onların korunması ve dolaylı faydalarının toplumun yararlanmasına sunulması, herşeyden önce bu ormanların en iyi şekilde düzenlenmiş yol şebeke ve transport planının yapılmış olmasına bağlıdır. İyi bir orman yol şebekesi, rasyonel ve sürekli ormancılığın vazgeçilmez bir ögesi olup, ülke karayolu şebekesi ile bağlantılıdır. Bu şebeke, ormancılığın amaç ve istekleri doğrultusunda:

- Ormanın her tarafını eşit ve yeterli şekilde işletmeye açacak,
- Ormanın iç taksimat şebekesi ile uyum sağlayacak,
- Üretim yeri ile depo arasında en uygun ve en kısa bağlantıyı kuracak şekilde planlanır (SEÇKİN 1984-b).

Bu yapılarıyla orman yol şebekeleri, ormandan elde edilen her türlü ürünün kolay, hızlı ve zamanında taşınmasına, ormanın idare ve işletilmesi ile ilgili malzeme, ekipman ve personelin işyerlerine ulaştırılmasına, ormanın korunmasına, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınmasına, orman köylülerinin yol gereksinimlerinin ve halkın rekreasyonel isteklerinin karşılanmasına hizmet ederler (SEÇKİN 1982 ve 1984-b).

Türkiye'de bugünkü anlayışa göre sistematik orman yol şebekesi planlaması çalışmaları na 1964 yılında başlanılmış ve 1974 yılında tamamlanmıştır (BAYOĞLU/SEÇKİN 1984-c). Bu dönem içerisinde Türkiye'deki sadece verimli orman alanları dikkate alınarak ülkenin toplam orman yolu gereksinimi 144 425 km olarak hesab edilmiş ve buna göre planlar yapılmıştır. Ancak, ormancılık bilim ve uygulamalarındaki gelişmeler, keza, üretim teknoloji ve tekniklerinin gelişmesi, rasyonel ormancılığın istekleri ve plan uygulamaları ile elde edilen sonuçlar, bu planların revize edilmesini gündeme getirmiştir. Bu yeni anlayışa göre yapılan düzenleme ile Türkiye'de toplam orman yolu gereksiniminin 201 810 km olduğu ve 2000 yılı sonu itibarıyla bunun 131630 km'si yani %65.23'ünün inşa edildiği görülmektedir (BAYOĞLU/SEÇKİN 1981; AYKUT/ŞENTÜRK/DEMİR 1998; AYKUT/DEMİR 1999; OGM 1967; OGM 1984). Çağdaş ormancılık faaliyetlerinde bulunabilmek için bir an önce bu yolların tamamlanarak ülke ormanlarının sistematik yol şebekelerine kavuşması sağlanmalıdır

Günümüzde ileri ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımlarının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmıştır ve karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir.

Bilgisayarla yapılacak işlemlere esas olmak üzere, yeryüzeyinin sayısal olarak temsil edilmesi veya X, Y, Z koordinat sisteminde, koordinatları bilinen çok sayıda nokta ile yüzeyin gösterilimi olarak tanımlanan sayısal arazi modelleri düşüncesi, 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) tarafından ortaya atılmıştır. M.I.T.'in sayısal arazi modellerini, ilk defa yol güzergahlarının planlanmasında kullandığı görülmektedir. Bilgisayar yazılım ve donanımlarının gelişmesi ile sayısal arazi modelleri endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, yol kavşaklarının, otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için yersel verilerden ve mevcut güvenilir altlık haritalardan yararlanılmıştır. Sayısal arazi modellerinin oluşturulabilmesi için PC (Per-

sonal Computer-Kişisel Bilgisayar) bazında çalışan InROADS SelectCAD Version 7.6, ERDAS (Earth Resources Data Analysis System) Imagine Version 8.4, AutoCAD R14 ve AutoCAD 2000 bilgisayar yazılımları kullanılmıştır. InROADS SelectCAD bilgisayar yazılımı, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk tasarım aşamasında alternatif çözümler bulunması, değişik çözümlerin hızla değerlendirilebilmesi, otoyollar, karmaşık kavşaklar, enerji yapıları, tüneller, barajlar gibi mühendislik yapılarının planlanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle InROADS SelectCAD sistemi karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj ve sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, havaalanı, madencilik ve şehircilik projelerinde hedefine ulaşmıştır. InROADS SelectCAD yazılımı ile, fotogrametrik ve topoğrafik ölçümle bağlantılı olarak arazinin haritası istenilen ölçekte paftalar halinde çizilebilme veya haritası mevcut arazi sayısallaştırılarak model haline getirilebilmektedir. Planlanan bir yolun kazı ve dolgu hesapları yapılabilmekte ve projelendirilen bir yolla ilgili bütün bilgilerin hem dökümü hem de çizimleri alınabilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol güzergahları işlenebilmektedir. Gerek düz hatlar (alıyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boykesitler geçirilebilmektedir. Ayrıca InROADS SelectCAD yazılımıyla yol şebeke ve nakliyat planları için önemli olan eğim analizleri yapılabilmektedir.

Bu çalışmada Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının belirlenmesinde bölgenin arazi yapısının çeşitliliği, orman durumu, nakliyat yöntemleri, yol şebeke durumu gözönünde tutulmuştur. Bu çalışmada kullanılan AutoCAD R14 bilgisayar yazılımı ile Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği'ne bağlı bulunan alanın sayısal arazi modelleri oluşturulmuş ve bu modellerden yararlanılarak çeşitli yol güzergahları ve nakliyat yöntemleri etüd edilmiştir. Ayrıca etüd edilen güzergahların en ve boykesitleri bilgisayar ortamında çizilerek kazı-dolgu hesapları yapılmıştır. Yol planının araziye aplikasyonundan sonraki ortaya çıkacak durum bilgisayar ortamında yaratılmıştır. Araştırma alanına ait eğim ve baki analizleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden orman yolları; "Ormanın her köşesinde, her zaman, elde edilen ürünün ve her şeyden önce ana ürün olan odunun üretildiği yerden, değerlendirileceği yere kadar, en uygun teknik ve ekonomik yöntemle taşımaya sağlayan yapılardır" (TAVŞANOĞLU 1973) şeklinde tanımlanmaktadır. Aynı zamanda orman yolları rasyonel ve entansif ormancılığın en önemli araçlarından birisidir (ERDAŞ, 1988). Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik'te orman yol şebeke planlarının tanımı ise "Bir orman topluluğundan elde edilecek her çeşit ürünü amaca uygun bir şekilde ve sürekli olarak taşımaya, çeşitli ormancılık hizmetlerini yapmaya elverişli dere yolları, yamaç yolları ve irtibat yolları gibi birbirine bağlı bir çok ana ve tali yolların genel projelerini oluşturan bir plandır." (OGM 1964) şeklinde ifade edilmektedir. Yine aynı yönetmelikte orman yol şebeke planlarının amaç ve kapsamı "Bir orman topluluğunun entansif olarak işletilmesi için ekim, dikim, bakım, hastalık ve zararlılarla mücadele, yangınlardan koruma ve yangınları söndürme gibi çeşitli ormancılık hizmetlerinin zamanında, yöntem ve tekniğine uygun olarak yapılabilmesi amacıyla ormandaki tüm meşcerelere ulaşımı sağlamaktır." şeklinde belirtilmektedir (OGM, 1964).

Yukarıda tanım, amaç ve kapsamı belirtilen, rasyonel ve sürekli ormancılığın vazgeçilmez ögesi olan orman yol şebekeleri, ormancılığın amaç ve hedefleri doğrultusunda ve esas itibariyle; ormanın her tarafını eşit ve yeterli ölçüde işletmeye açacak, ormanın iç taksimat şebekesi ile uyumlu olacak, üretim yeri ile depo arasında en uygun ve kısa bağlantıyı kuracak

şekilde planlanmaktadır. Bu yapılarıyla orman yol şebekeleri, ormandan elde edilen her türlü ürünün kolaylıkla, hızla ve zamanında taşınmasına, ormanın idare ve işletilmesi ile ilgili bütün işlerin yapılmasına, orman işçilerinin iş yerlerine gidip gelmesine, ormanın korunmasına, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınmasına hizmet etmektedir. Öte yandan orman yol şebekeleri sayesinde, dağ ve orman köyleri yola kavuşmakta, dağ ve orman köylüleri ürettikleri ürünleri daha çabuk ve daha uygun bir fiyatla pazarlama olanağı bulmakta, bu köylerde yaşayan halkın, çevredeki yerleşim merkezleri ile bağı artmakta dolayısıyla köylerde yeni iş olanaklarının açılmasına, sosyal gelişime ve kültür birliğine yol açmaktadır. Aynı zamanda bu köyler orman yol şebekeleri aracılığıyla devletin eğitim, sağlık ve haberleşme gibi hizmetlerinden daha kolay daha etkin bir şekilde yararlanma şansını elde etmektedir. Ayrıca ülkenin eşsiz doğal güzelliklerine sahip bu yörelerinde turizm faaliyetleri etkinlik kazanmaktadır (SEÇKİN 1984-a; SEÇKİN 1984-d; SEÇKİN 1982; DEMİR 1997).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, bir orman yol şebeke planını hazırlamak ve bu yolların yapımını gerçekleştirmek hiçbir zaman sadece bir yol yapım tekniği olarak görülmemektedir. Çünkü bu planların hazırlanması ve gerçekleştirilmesi için orman işletmesinin ekonomik, teknik ve yönetimle ilgili bütün özelliklerini bilmek yanında üretim, taşıma ve değerlendirme ilişkileri üzerinde de bilgi sahibi olma zorunluluğu bulunmaktadır.

Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik esasları çerçevesinde, Orman Genel Müdürlüğü ve özel sektör tarafından orman işletme şefliği ölçeğinde orman yol şebeke planları hazırlanmaktadır. Öte yandan 3294 Sayılı Kanununun 14.maddesine dayanılarak, 1988 yılında Orman Yolları Tamir ve Bakım İşleri (Tamim No:4238), Orman Yolları Şebeke Planı Etüd Proje Mühendislik Hizmetleri (Tamim No:4294), Orman Yolları Aplikasyonu Etüd Proje Mühendislik Hizmetleri (Tamim No:4295) ve Orman Yolları Yol Yapım İşleri (Tamim No: 4296) tamimleri çıkarılmıştır. Söz konusu tamimler çerçevesinde orman yollarının; orman yol şebekelerinin hazırlanması, aplikasyonu, inşası, tamir ve bakımı Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Ancak yukarıda belirtilen işler son yıllarda özel sektöre de ihale edilmeye başlanmıştır (ŞENTÜRK 1992). Bunun nedeni kısaca açıklamak gerekirse, orman yollarının planlanması, yapım ve bakım işlerinin geçmişine değinmek gerekmektedir. Özellikle 1950'li yılların başında müteahhitlik hizmetlerinin yeterince yaygın olmaması, kamu kurumlarındaki iş makinelerinin sayıca az olması ve ortak kullanıma gidilmesi gibi nedenlerle çeşitli ormancılık faaliyetlerinin yapılabilmesi için gereksinim duyulan mevcut makinelerin bakım ve tamir işlerini gerçekleştirmek amacıyla kurulan orman ana tamirhane müdürlüklerinin kapatılmasıyla yukarıda orman yollarıyla ilgili belirtilen işler artık özel sektöre ihale edilmektedir. Orman ana tamirhane müdürlüklerinin ilki 1952 yılında Bolu ilinde açılmış olup, orman işlerinin yoğun olduğu bölgelerde ihtiyaç üzerine bu tamirhanelerin kuruluşuna devam edilmiştir. Tamirhane müdürlüklerinin Ankara, Antalya, Amasya, Artvin, Balıkesir, Denizli, Demirköy (İstanbul), Eskişehir, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Mersin, Muğla, Trabzon, ve Zonguldak illerinde kurulmasıyla 1985 yılı itibarıyla toplam sayısı 16'ya ulaşmıştır. Döner sermaye ile çalışan bu tamirhaneler 1952-1970 yılları arasında oldukça başarılı çalışmalarda bulunmuş ve kâr etmişlerdir. Daha sonra 1970-1980 yılları arasında ise ülkenin içinde bulunduğu sosyal, siyasal ve ekonomik krizden tamirhane müdürlükleri de etkilenmiş ve zarar etmeye başlamıştır. Son olarak, tamirhane müdürlükleri 08 Ocak 1997 tarihinde T.C.Bakanlar Kurulu kararıyla Türkiye genelinde kapatılmıştır (HASDEMİR/ÖZTÜRK 1997).

Orman yollarının hemen tamamının yapım ve bakımları tamirhanelerden sağlanan araçlarla gerçekleştirilmiş ve ormanlık bölgelerde oluşan heyelan, yangın vb. afetlerle yine bu araçlarla mücadele edilmiştir. Böylelikle orman yollarındaki yapım, bakım ve büyük onarım gibi işlerin hızlı bir şekilde yapılmasıyla ormancılık işlevlerinin yerine getirilmesinde tamirhanelerin

büyük katkıları olmuştur. Yukarıda da belirtildiği üzere şu anda orman yol şebekelerini oluşturan orman yollarının etüd, proje, yapım ve bakım çalışmaları özel sektör tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle yapılacak projelerin ve hazırlanacak keşif özetlerinin çok daha duyarlı olması gerekmektedir.

Aynı zamanda her yıl 100 plan ünitesinin bitirilmesiyle ancak 10 yılda tamamlanması öngörülen orman yol şebeke planlarının amaca uygun, ekonomik ve seri olarak gerçekleştirilmeleri gereği, yapılacak planların önemini bir kat daha arttırmaktadır (DEMİR, 1997; HAS-DEMİR/DEMİR 1998; DEMİR 1999). Hazırlanan orman yol şebeke planlarının kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, gelişmiş ülkelerde kullanımı oldukça yaygın olan bilgisayar yazılım ve donanımlarından, ülkemizde de karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde yararlanmak yerinde olacaktır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Bu amaçla ülkemizde de her türlü ormancılık (kadaströ, amenajman, yol planlama vb.) çalışmalarında temel altlık olarak kullanılabilir sayısal verilerin elde edilmesi amacıyla, Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde "Orman Bilgi Sistemi (ORBİS)" oluşturulması çalışmaları devam etmektedir.

Bu çalışmada yukarıda açıklanmaya çalışılan nedenlerle, orman işletme şeflikleri ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğri haritalar üzerinde bölge şefliği bazında orman yol şebeke planlarını oluşturan orman yollarının, güzergah planları, boykesitleri, enkesitleri ve kazı-dolgu miktarları bilgisayar ortamında planlanmış ve düzenlenmiştir. Böylece ilk plan aşamasında, orman yol şebeke planlarının bir parçası olan orman yolları hakkında ayrıntılı bilgiler, yol araziye aplike edilmeden önce elde edilmiş olup, özel sektöre ihale edilerek yapılacak yolların kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla orman yollarının planlanmasında kullanılabilir olan AutoCAD R14, AutoCAD 2000 ve InROADS SelectCAD Version 7.6 yazılımlarından çalışmada yararlanılmıştır.

2.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu çalışmada Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının belirlenmesinde bölgenin arazi yapısının çeşitliliği, orman durumu, nakliyat yöntemleri, yol şebeke durumu gözönünde tutulmuştur. Mengen, ülkemizin Batı Karadeniz bölümünde bulunan Bolu iline bağlı bir ilçedir. İlçenin 1997 yılı sayımına göre nüfusu 16311'dir. Mengen, 880,1 km² alana sahip olup, ilçede Merkez bucağı dışında 2 bucak, 55 köy bulunmaktadır. İlçe merkezi, Bolu'nun 55 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 1).

2.1.1 Araştırma Alanının Konumu, Büyüklüğü ve Sınırları

Araştırma alanı, 40° 53' 45'' N ve 41° 00' 30'' N kuzey enlemleri ile 31° 53' 40'' E ve 32° 03' 30'' E doğu boylamları arasında yer almaktadır. Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır (Şekil 2). Araştırma alanının doğu sınırı, Mengen Çayı'ndan başlayarak Ağaçlar mahallesi, Gökgözler Tepesi, Subaşı Tepe'sini takiben Kocagöller mevki, Yılgınlı Geriş Sırtı, Çırakırış Tepe (1058 m), Yukarı Düz Tepe'yi takiben Sarı Yusuf mahallesine, oradan Kiriştepe ve Attan İncek Tepe altında sona ermektedir. Bölgenin kuzey sınırı, Keklik Dere Üstü, Attan

İnecek Tepe Sırtını takiben, Üç Göknaar Tepe'ye ulaşmaktadır. Sınır Sarmaşık Tepe, Ahlatlı Yayla Tepe, Karasu Sırtı, Gergenli Sırtı'nı takip ederek Kayabükü köyüne ulaşır ve Kocadere suyunu takip ederek Köprübaşı köyünün Değirmen sırtı mahallesinde sona ermektedir. Batı sınırı ise Köprübaşı köyünden başlayarak Himmet Tepe (949 m), Uç Tepeler (1153 m) ve son olarak Karayol Tepe'de sona ermektedir. Araştırma alanının güney sınırı Karayol Tepe'den, Göynükbaşı Tepe (1111 m), Sankiren Tepe, Topalıklı Tepe ve sırtı takiben Gökçesu'ya ve oradanda Mengen Çayı'nı takip ederek doğu sınırına kavuşmaktadır (OGM 1998).



Şekil 1: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü kuruluş haritası

Figure 1: The location of the forest administraton of bolu region

2.1.2 Topoğrafik Yapı

Araştırma alanının arazisi genellikle engebeli olduğundan dağ, tepe ve sırtlar hem bölgenin sınırlarında hem de bölge sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği 450-1400 m'ler arasında değişmektedir. Ortalama yamaç eğimleri %40-80 arasında değişmektedir. Şefliğin istihsal sahaları işletme müdürlüğü merkezine 15-25 km mesafeler arasında bulunmaktadır. Bölgenin kuzey sınırında yer alan başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında, Gergenli sırtı, Ahlatlı Yayla Tepe, 1008 m rakımlı Sarmaşık Tepe, Küçük Göknaar Tepe ve Attan İnecek Tepe yer almaktadır. 1113 m rakımlı Kiriş Tepe ve 1058 m rakımlı Çırakiriş Tepe bölgenin doğu sınırında yer almaktadır. Araştırma alanının güney sınırında yer alan başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında, Gökgezler Tepe, Göynükbaşı Tepe, Sankiren Tepe, Karayol Tepe ve Topraklı Tepe bulunmaktadır. Bölgenin batı sınırında ise Üç Tepe, Harami Tepe ve Himmet Tepe başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında sayılabilir. Ayrıca araştırma alanının sınırları içeri-

sinde kalan belli başlı dağ, tepe ve sırtlar arasında Gavurharmanı Tepe, Kızgın Tepe, Kavalıdüz Tepe, Ahmet Bak Tepe, Yellice Geriş Sırtı, Halit Tepe, Karpuzkaya Sırtı, Karadikenli Sırtı, Asar Tepe, Büyükburun Sırtı, Dikmen Tepe, Tavşan Bişi Tepe, Kızgın Tepe, Yellicebelen Sırtı, Karapınar Sırtı, Bulanık Sırtı, Delibayır Sırtı, Kocakişla Sırtı, Obrancık Sırtı bulunmaktadır (OGM 1998).



Şekil 2: Araştırma alanının konumu, büyüklüğü ve sınırları

Figure 2: The location of the research area

2.1.3 Su Potansiyeli

Bölgenin en önemli su potansiyeli Bolu Çayı'dır. Araştırma alanını kuzeyinden güneyine doğru ortasından ikiye bölecek şekilde kat etmektedir. Bolu Çayı'nın başlıca kolları sırasıyla Karadere, Kayra Dere ve daha sonra Güney Deresi'dir. Kayra Dere'nin başlıca kolları ise Kurduk Dere ve Mina Çökeceği Dere'sidir. Bolu Çayı'nın batı yönünden gelen kolları ise Halit Deresi, Camı Dere, Topuzkaya Deresi, Değirmendere, Ağulu Bogaz Deresi ve Yalak Deresi'dir. Ayrıca bölgede yukarıda sayılan derelerden başka birçok isimsiz dere de bulunmaktadır (OGM 1998).

2.1.4 İklim Durumu

Araştırma alanı Karadeniz bölgesi kıyıları ile İç Anadolu bölgesi arasında bir geçiş zonedir. En yüksek sıcaklık 39.4°C, en düşük sıcaklık -34.0°C, ortalama oransal nem %72, ortalama yıllık yağış 536.4 mm ve günlük ortalama en çok yağış miktarı 78.8 mm'dir. Bolu ilinin kıyı bölgelerinde yılda 1000 mm dolayında olan yağışlar da aynı yönde, özellikle dağlar arasındaki çukurlarda belirgin olarak azalmaktadır. Bölge bir bütün olarak incelendiğinde, alçak kıyı şeridi, güneydeki kurak kesim ve bu ikisi arasında kalan ve denize bakan yüksek kuşak olmak üzere üç farklı kesimden oluştuğu görülmektedir. Kuzeydeki alçak kıyı şeridinde sıcaklık ve yağış yüksek bulunmaktadır. Güneydeki kurak kesimde sıcaklık ortalaması ve yağış kuzeyden daha düşüktür. Bu iki karşıt kuşak arasında kalan ve kuzeye (Karadeniz'e) bakan yükselti-

ler ise, kıyı kesimi gibi yüksek yağış almaktadır, fakat sıcaklık daha düşüktür (DİE 1998; TOPRAKSU 1972; DMİ 2001).

Thorthwaite yöntemine göre iklim öğeleri değerlendirildiğinde, Bolu ilinin "kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası kışın ve orta derecede olan deniz tipi" iklime sahip olduğu görülmektedir. Bolu ilinde temmuz ayı başlarından ekim ayı sonlarına kadar devam eden belirgin bir kuraklık bulunmaktadır (DİE 1998; TOPRAKSU 1972; DMİ 2001).

2.1.5 Jeolojik Yapı ve Toprak

Kayrak Orman İşletme Şefliği'nin jeolojik yapısı; seri ormanlarının üzerinde bulunduğu arazi genellikle III. Zamana ait olduğu görülmektedir. Bölge Neojen, Eosen ile II. zamanda oluşmuş bir durumdadır. Bu nedenle toprak yapısında kalker, kum, kil, alüminyum ve marn bulunmaktadır (OGM 1998; TOPRAKSU 1972).

2.1.6 Bitki Örtüsü

Araştırma alanında Karaçam (*Pinus nigra*), Gökknar (*Abies sp.*), Kayın (*Fagus sp.*), Meşe (*Quercus sp.*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Kavak (*Populus sp.*), İhlamur (*Tilia sp.*), Çınar (*Platanus sp.*), Akçaağaç (*Acer sp.*) ve Kızılcık (*Cornus sp.*) gibi ağaç türlerine rastlanmaktadır (OGM, 1998).

Araştırma alanında uygulanmakta olan işletme sınıfları ve süreleri:

- Karaçam-Meşe İşletme Sınıfı 1986-2005 yılları arası
- Kayın- Meşe İşletme Sınıfı 1986-2005 yılları arası
- Gökknar İşletme Sınıfı 1986-2005 yılları arası
- Muhafaza Karakterlerinde İşletme Sınıfı 1986-2005 yılları arası

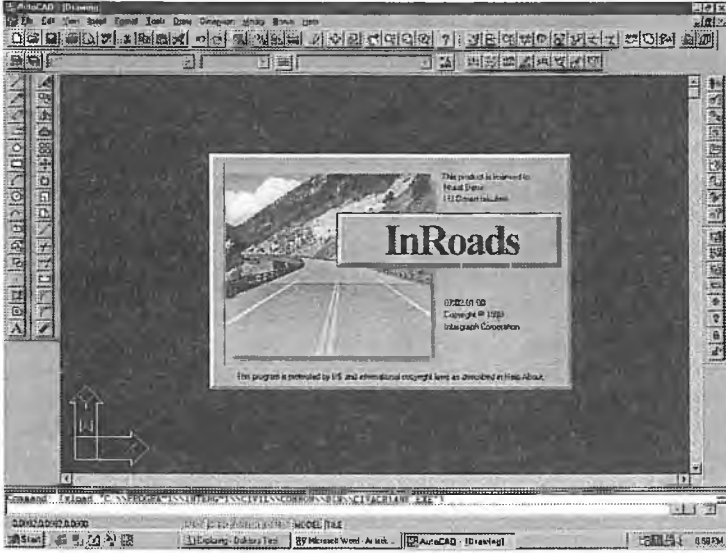
şeklinde olduğu görülmüştür (OGM, 1998).

3. Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılabilecek Bilgisayar Yazılımları

2000'li yıllara girilirken, gelişmiş ülkelerde coğrafi bilgi sistemleri ve mekansal veri tabanları kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, bir çok sahada olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir yardımcı araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bilgi çağı olarak adlandırılan çağımızda, bilginin en iyi şekilde kullanılması, gelişmiş toplumlar seviyesine ulaşma iddiasında olan ülkemizde bir an önce gerçekleştirilmesi gereken bir olgudur. Konu bu açıdan ele alındığında ülkemizin en önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanların çok amaçlı faydalanma ve süreklilik prensibine göre planlanması ve işletilmesinde bilgisayar yazılımlarından (programlarından) yararlanılması kaçınılmazdır (HASDEMİR/DEMİR, 1997; HASDEMİR/DEMİR, 1998). Aşağıda orman yollarının planlanmasında kullanılabilecek çeşitli bilgisayar yazılımlarından kısaca bahsedilmiştir.

3.1 InROADS SelectCAD Yazılımı

Intergraph şirketinin Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirdiği InROADS SelectCAD bilgisayar yazılımı, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk dizayn aşamasında alternatif çözümler bulunması, değişik çözümlerin hızla değerlendirilebilmesi, otoyollar, karmaşık kavşaklar, enerji yapıları, tüneller, barajlar gibi mühendislik yapılarının planlanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle InROADS SelectCAD sistemi karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj va sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, havaalanı, madencilik ve şehircilik projelerinde hedefine ulaşmıştır. InROADS SelectCAD yazılımı, fotogrametrik ve topoğrafik ölçümle bağlantılı olarak arazinin haritasını istenilen ölçekte paftalar halinde çizilebilmekte veya haritası mevcut araziye sayısallaştırarak model haline getirebilmektedir. Yazılım belirlenen some noktaları arasında planlanan bir yolun kazı ve dolgu hesaplarını yapabilmekte ve projelendirilen bir yolla ilgili bütün bilgilerin hem dökümünü hem de çizimlerini verebilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol güzergahları işlenebilmektedir. Gerek düz hatlar (aliyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boykesitler üretilebilmektedir. Ayrıca InROADS SelectCAD yazılımıyla yol şebeke ve nakliyat planları için önemli olan eğim analizleri yapılabilmektedir. InROADS SelectCAD yazılımının Türkiye distribütörü Intergraph A.Ş.'nin verdiği eğitim ve yazılımın kullanımı sırasında karşılaşılan sorunlara verdiği desteğin olumlu olması, fiyat uygunluğu ve teknik üstünlükler InROADS SelectCAD yazılımının seçiminde büyük rol oynamıştır.



Şekil 3: InROADS SelectCAD uygulama yazılımının bilgisayar ortamında açılım penceresi
Figure 3: The opening window of the InROADS SelectCAD software

3.2 Moss Yazılımı

Bir sayısal arazi modelleme yazılımı olan MOSS, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk dizayn aşamasında alternatif çözümler bulabilmektedir. Bu programla; değişik çözümler hızla üretilebilmekte, bu çözümler teknik ve mali açıdan değerlendirilmektedir. Aynı zamanda oto yollar, orman yolları, karmaşık kavşaklar gibi mühendislik yapılarının araziye ait jeolojik, jeofizik etüdlerle planlanması, öncelikle mevcut araziye ait bilgilerin hassas bir biçimde elde edilmesi, korunması ve kullanılması mümkün olabilmektedir. MOSS yazılımı özellikle karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj ve sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, hava alanı, madencilik ve şehircilik projelerinde çok önemli bir düzeye ulaşmıştır. COGO, sayısal-laştırma (Digitizing), mekan ve bağlantı analizleri (Spatial and Network Analysis) gibi uygulamalar kolaylıkla yapılabilmekte bu sayede yol planlarının projelendirilmesi, en ve boykesitler üretilebilmekte, yol güzergahlarında kazı ve dolgu hesapları yapılabilmektedir.

3.3 AutoDesk Land Development Solutions-II Yazılımları

Autodesk firmasının arazi çözümleri; AutoCAD Land Development Desktop R2, AutoDesk Civil Design R2 ve AutoDesk Survey R2'den oluşmaktadır. AutoCAD Land Development Desktop R2 yazılımı, AutoCAD 2000'in güçlü alt yapısı üzerinde çalışmaktadır. Özellikle inşaat ve harita mühendisleri, planlayıcılar için tasarlanan bu yazılım, arazi çalışmaları için çok işlevli bir aletlik sunmaktadır. Nokta verilerinin çizime aktarılmasından sayısal arazi modeli yaratmaya, güzergah tanımlarından parselasyon işlerine kadar kullanıcıların arazi ile ilgili projelerinde kullanabilecekleri bir çok işlevi içermektedir.

AutoDesk Civil Design R2 yazılımı, inşaat projeleri için geliştirilmiş olup Land Development Desktop yazılımı ile beraber çalışmaktadır. Yol planlama çalışmalarına cevap vermek amacıyla tasarlanan bu çözüm, yatay güzergah belirleme, boykesit, enkesit çıkarılması ve hacim hesaplarının tamamını yapabilmektedir.

AutoDesk Survey R2 yazılımı, arazide gerçekleştirilen çalışmaların çizime aktarılması konusu için geliştirilmiştir. Land Development Desktop yazılımı ile beraber çalışan bu yazılım arazi aletlerindeki (60'dan fazla arazi aleti desteklenmektedir) verileri otomatik olarak çizime aktarmak ve çizimde poligon dengelemeleri gibi işlevleri gerçekleştirebilmektedir.

3.4 NetCAD Yazılımı

Üçüncü olarak Ak Mühendislik A.Ş.'nin geliştirmiş olduğu NETCAD grafik yazılımları içinde imar ve islah uygulamaları, harita yapımı, kadasral çalışmalar, yol, kanal kamulaştırmaları, sayısal arazi modeli uygulamaları, yol projelendirme, kent ve bölge planlama, kesit, hacim, CAD, kent bilgi sistemi ve belediye otomasyonu gibi geniş bir yelpazede çözümler sunmaktadır. COGO (Koordinat geometrisi) modülü içinde imar uygulamaları, harita çalışmaları, kadastral çalışmalar yapılabilmektedir. Ayrıca yol imar ayarlamaları, kurp hesaplamaları ve projenin paftalandırma çalışmaları yapılabilmektedir. Bunun dışında sayısal arazi modeli oluşturma ve arazi modelinden eşyükselti eğrileri elde edilebilmektedir. Şevler, yollar, su bölümü hatları gibi arazinin yapısının özellik gösterdiği detaylar gözönüne alınabilmektedir. Çalışılan proje üzerinde oluşan kot boşlukları yazılım tarafından enterpolasyonla nokta atma yöntemiyle kapatılabilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol veya kanal güzergahları işlenebilmektedir. Yol güzergahlarında kurplar, some koordinatları yarıçap değerlerine göre hesaplanabilmektedir. Gerek düz hatlar (aliyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boy

kesitler üretilebilmektedir. Üretilen kesitler üzerinde, enterpolasyonla istenilen sıklıkta kot noktaları hesaplanabilmektedir. Yol projelerinin bitiminden sonra, inşaat sonrası arazide oluşacak durum üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Hazırlanan sayısal arazi modeli üç boyutlu olarak istenilen açı ve doğrultudan görülebilmekte ve çizimi alınabilmektedir.

3.5 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar

Araştırma alanının orman yol şebeke planının bilgisayar ortamında düzenlenebilmesi amacıyla, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Prof. Dr. Selçuk Bayoğlu Bilgisayar Merkezi'nde oluşturulan sistem aşağıda gösterilmiştir.

3.5.1 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar

Çalışmada kullanılan temel grafik yazılımları ve uygulama yazılımları aşağıda gösterilmiştir.

YAZILIM (SOFTWARE)

1. Temel Grafik Yazılımı
AutoCAD R14, AutoCAD 2000
2. Uygulama Yazılımı
InROADS SelectCAD Version 7.6
ERDAS Imagine (Earth Resources Data Analysis System) Version 8.4

3.5.2 Çalışmada Kullanılan Donanımlar

Çalışmada kullanılan bilgisayarların ve sayısallaştırıcı, tarayıcı, çizici ve yazıcıların tipleri ve özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

DONANIM (HARDWARE)

1. Bilgisayar
 - a) Intel Pentium II 266 Mhz (CPU) İşlemci, 64 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 8 MB Matrox Grafik Ekran Kartı, 32 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 17 inç ekran ve Windows NT 4.0 WorkStation işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - b) Intel Pentium 233 Mhz (CPU) İşlemci, 32 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 4 MB Grafik Ekran Kartı, 24 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 98 işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - c) Intel Pentium 200 Mhz (CPU) İşlemci, 32 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 4 MB Grafik Ekran Kartı, 24 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 95 işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - d) Intel Pentium 75 Mhz (CPU) İşlemci, 48 MB RAM, 2.1 GB Harddisk, 2 MB Grafik Ekran Kartı, 8 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 95 işletim sistemine sahip bilgisayar.
2. Sayısallaştırıcı (Digitizer)
CalComp Drawing Board III 16 tuşlu A0 boyutunda sayısallaştırıcı.
3. Tarayıcı (Scanner)
HP 6100 C A4 boyutunda, 1200 dpi X 1200 dpi çözünürlükte renkli tarayıcı.

4. Çizici (Plotter)
HP 2500 CP A0 boyutunda renkli ve siyah-beyaz çıktı alabilen çizici.
5. Yazıcı (Printer)
 - a) HP 870 Cxi DeskJet A4 boyutunda yazıcı (Renkli/Siyah-Beyaz).
 - b) HP LaserJet 6L A4 boyutunda yazıcı (Siyah-Beyaz)

4. BULGULAR

4.1 Orman Yol Şebeke Planının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği Bölgesi, orman yol şebeke planının yeniden düzenlenmeye başlanması, çeşitli nakliyat metodlarının kullanılması, üretim durumu, araştırma için yeterli büyüklükte bir alana sahip olması, alanın çok çeşitli topoğrafik şartları içinde bulundurması nedeniyle araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği için yapılması düşünülen yeni yol şebeke planı üretim, rekreasyon, ağaçlandırma ve yangınlarla mücadele yanında, ormanın her tarafına eşit şekilde ulaşabilme imkanını verecek tarzda düzenlenmiştir. Arazinin topoğrafik yapısı ve ormanın durumuna göre yol şebekesinin yukarıda sayılan niteliklere sahip olacak şekilde projelendirilmesine gayret edilmiştir. Bu amaçla hektardaki mevcut servete ilave olarak ağaçlandırma imkanlarına göre araziden faydalanma şekilleri de gözönünde tutulmuştur.

4.1.1 Araştırma Alanının Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması

Araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulması amacıyla gerekli olan referans noktaları, eşyükselti eğrilerinin sayısallaştırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Bu amaçla, araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli Bolu G-27-b-2 ve G-27-a-1 standart topoğrafik haritalardan her 10 m'de bir geçen eşyükselti eğrileri sayısallaştırıcı ve AutoCAD R14 temel grafik yazılımı aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Oluşturulacak sayısal arazi modelinin araziye iyi bir şekilde temsil etmesi örnekleme için iyi yapılmasına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle, arazinin yayvan yapı gösterdiği başka bir deyişle, eşyükselti eğrilerinin çok geniş aralıklarla geçtiği kısımlarda 5 m'lik kılavuz eğriler de sayısallaştırılmıştır. Genel olarak özel sektörde hazırlanan sayısal arazi modellerinde 1/25000 ölçekli haritalar bilgisayar ortamında pafta başına 100000 nokta ile temsil edilmektedir. Araştırmada ise araştırma alanı bilgisayar ortamında 474292 nokta ile, oluşturulan sayısal arazi modelinde ise 110771 üçgen (triangle) ile temsil edilmiştir. Esas olarak arazinin temsil edilmesi amacıyla alınan nokta sayısının fazla olması bilgisayar ortamında yapılan işlemler sırasında işlerin yavaşlamasına ve dosya boyutlarının büyümesine neden olmaktadır. Bu konuya her çalışma sırasında dikkat etmek gerekmektedir. Araştırma alanının sayısal eşyükselti eğrili haritası Şekil 4'de gösterilmiştir. Sayısallaştırılan her eğri için sahip olduğu yükseklik değeri ismiyle bir katman (layer) açılmış ve eğrilerin sahip olduğu bu yükseklik değerlerine göre bu katmanlara kaydedilmiştir. Daha sonra DWG formatındaki AutoCAD çizim dosyası DXF (Drawing Interchange File) formatındaki dosyaya dönüştürülmüş ve InROADS SelectCAD uygulama yazılımına IMPORT komutuyla tanıtılmıştır. InROADS SelectCAD programının sayısal arazi modelleme modülü kullanılarak araştırma alanının sayısal arazi modeli SURFACE-TRIANGULATE komutu verilerek suretiyle oluşturulmuştur.

4.1.2 Araştırma Alanının Sayısal Arazi Modelinden Yararlanılarak Eğim ve Bakı Analizlerinin Yapılması

Oluşturulan sayısal arazi modelinden, ormancılık çalışmaları için gerekli üç boyutlu analizlerin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan eğim sınıfları haritası vb. oluşturulabildiği gibi seçilen bir alanın yüzey profili ve seçilen bir doğrultunun boyuna profili gibi verileri elde etmek mümkün olmaktadır.

4.1.2.1 Araştırma Alanının Eğim ve Bakı Haritalarının Oluşturulması

Bir orman işletmesinde arazinin eğimine ait bilgiler, işletmenin teknik, ekonomik, planlama, karar verme ve uygulama düzeyindeki faaliyetlerinde önemli bir etken ve hatta bazı durumlarda birinci düzeyde belirleyici bir faktör durumundadır (KOÇ 1995). Araştırma alanının eğim ve bakı haritalarını oluşturabilmek amacıyla InROADS SelectCAD Version 7.6 ve ERDAS Imagine Version 8.4 uygulama yazılımları kullanılmıştır. InROADS SelectCAD yazılımında bulunan surface modülü içinde slope komutu kullanılarak %1 değişim aralığında eğim sınıfları oluşturulmuştur. Daha sonra hangi eğim sınıfları oluşturulacaksa o eğim sınıflarının değişim aralıkları bilgisayara verilmiştir. ERDAS yazılımında ise SLOPE (eğim) komutu kullanılarak Percent (%) seçeneği tercih edilmiştir. Bu işlemin sonucunda ise %0-100, %1 değişim aralıklarında eğim sınıfları oluşturulmuştur. Daha sonra hangi eğim sınıfları oluşturulacaksa o eğim sınıflarının değişim aralıkları RECODE komutu yardımıyla birleştirilmiştir. Araştırma alanının eğim analizlerinden gerekli sonuçları alabilmek amacıyla iki tipte eğim haritası oluşturulmuştur. Bunlardan birincisinde yukarıda da belirtilen eğim sınıfları oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra transport planları için önemli olan eğimi %33'ten aşağı ve eğimi %33'ten yukarıda olan alanlar belirlenmiştir. Ayrıca Tablo 1 ve 2'de araştırma alanının eğim sınıflarına alansal olarak dağılımı gösterilmiştir. Bu amaçla oluşturulan eğim sınıfları haritaları Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Araştırma alanının bakı haritasının oluşturulabilmesi için ERDAS yazılımında ASPECT komutu kullanılarak 8 ana yöndeki bakılarla beraber düz alanlarında yer aldığı bakı haritası oluşturulmuştur. Şekil 7'de araştırma alanının bakı haritası, Tablo 3'de araştırma alanının bakı sınıflarına alansal olarak dağılımı gösterilmiştir.

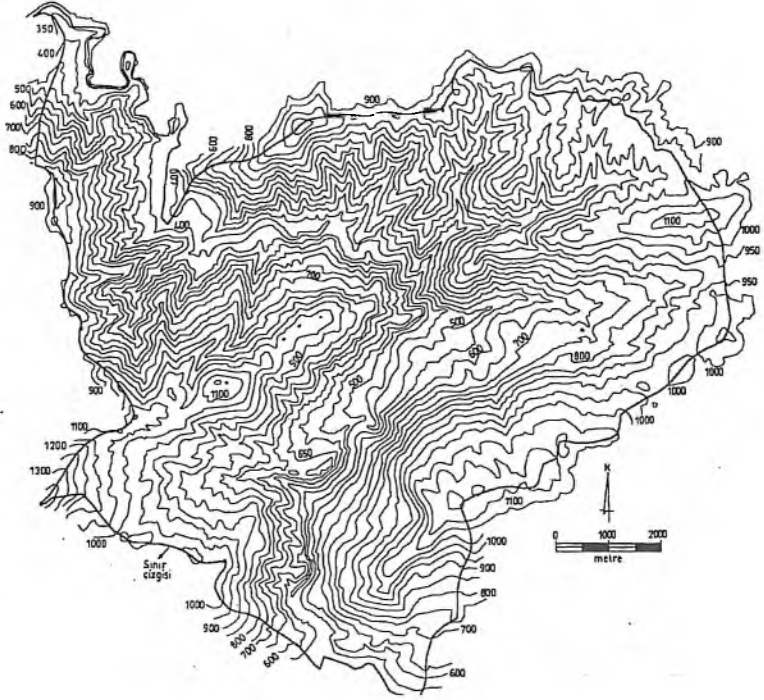
Tablo 1: Araştırma Alanının Eğim Sınıflarına Alansal Olarak Dağılımı

Table 1: The Slope Analysis Results of the Research Area

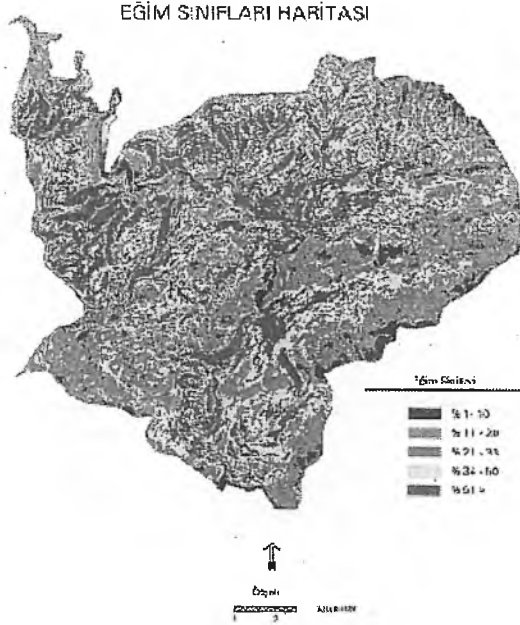
EĞİM GRUPLARI SLOPE GROUPS (%)	ALANI AREA (ha)	ALANDAKİ ORANI PROPORTION (%)
1-10	593.28	6.74
11-20	1319.04	14.99
21-33	2126.88	24.17
34-50	2410.56	27.39
51 ve üzeri	2351.24	26.71
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00

Tablo 2: Araştırma Alanının Transport Tekniği Bakımından Eğim Sınıflarına Dağılımı
 Table 2: The Slope Analysis Results of the Research Area Viewpoint of Transportation Technics

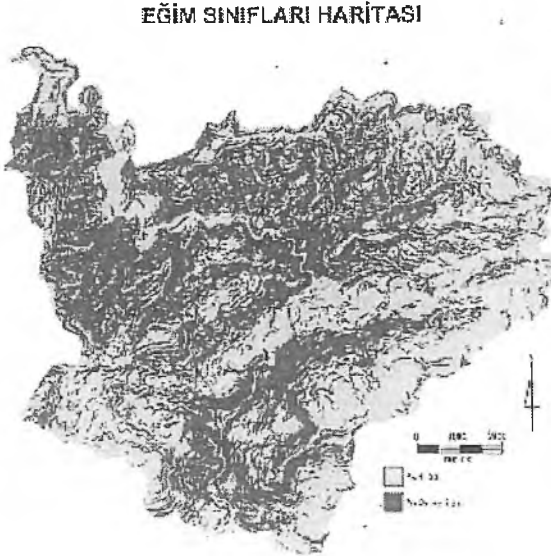
EĞİM GRUPLARI SLOPE GROUPS (%)	ALANI AREA (ha)	ALANDAKİ ORANI PROPORTION (%)
1-33	4039.20	45.89
34 ve üzeri	4761.80	54.11
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00



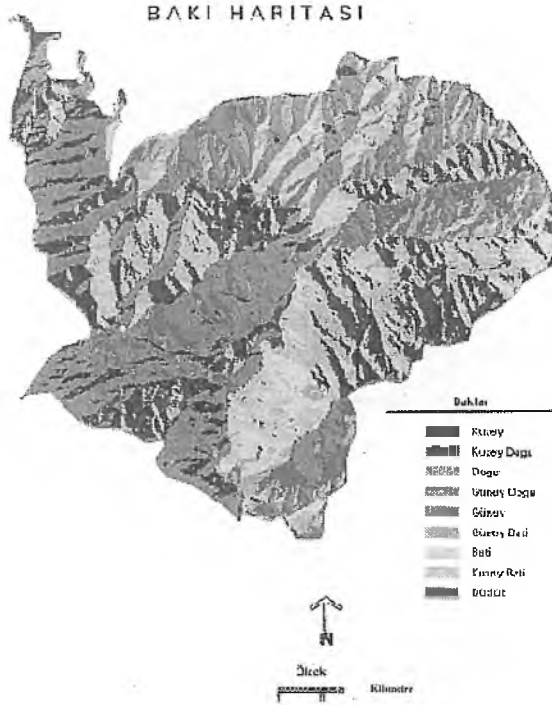
Şekil 4: Araştırma alanının bilgisayar ortamına aktarılmış eşyüksekti eğrili haritası
 Figure 4: The map of the research area with digitizing on computer



Şekil 5: Araştırma alanının eğim sınıfları haritası
Figure 5: Teh slope map of the research area



Şekil 6: Araştırma alanının transport tekniği bakımından incelenmesi amacıyla oluşturulan eğim sınıfları haritası
Figure 6: The slope map of the research area with viewpoint of the transportation technics



Şekil 7: Araştırma alanının baki sınıfları haritası

Figure 7: The aspect map of the research area

Tablo 3: Araştırma Alanının Baki Sınıflarına Dağılımı

Table 3: The Aspect Analysis Results of the Research Area

BAKI (ASPECT)	ALANI (AREA) (ha)	ALANDAKİ ORANI (PROPORTION) (%)
Kuzey (N)	1188.17	13.50
Kuzeydoğu (NE)	775.47	8.81
Doğu (E)	1128.24	12.82
Güneydoğu (SE)	1134.15	12.89
Güney (S)	1142.67	12.98
Güneybatı (SW)	688.40	7.82
Batı (W)	928.45	10.55
Kuzeybatı (NW)	1532.33	17.41
Düz Alanlar (FLAT)	283.12	3.22
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00

4.1.3 Araştırma Alanında Yapılan Etüdler

Yol şebeke planının hazırlanması ile ilgili çalışmalara; mevcut yolların eğim, yol genişliği, kurb yarıçapı, sanat yapıları gibi özelliklerin tespiti ile başlanmıştır. Sözkonusu yollar, orman yolu inşaatında uygulanan standartlar çerçevesinde incelenmiştir. Yol güzergahlarının incelenmesi sırasında, plânlama çalışmalarında faydalanılmak üzere, civardaki arazi yapısı etüd edilmiştir. Bunlara ilave olarak ormanın durumu, üst yapı için kullanılmaya elverişli malzeme ocakları, köprü ve diğer sanat yapıları, açık ve çıplak alanlarla, heyelanlara elverişli kesimler incelenmiştir. Yol güzergahları ile ilgili kardinal noktalar arazi etüdüleri ile belirlenmiş ve 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğrili haritalara işaretlenmiştir.

4.1.4 Araştırma Alanındaki Mevcut Yolların Yol Şebeke Planına Dahil Edilmesi

Araştırma alanı sınırları içerisindeki orman yollarının tamamına yakın bir bölümü, alanda yapılan etüdler ve çalışmalar sonucunda bakım ve onarıma ihtiyaç gösterdiği belirlenmiştir. Bu yollarda drenaj eksikliğinden yer yer dolgular taşınarak yol genişlikleri daralmıştır. Ayrıca yol yüzeyleri sularla aşınmış, kenar hendekleri yol çevresinden gelen taşıntı materyalleri tarafından doldurulmuştur. 218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır.

4.1.5 Bilgisayar Ortamında Düzenlenen Orman Yol Şebeke Planında Uygulanan Eğimler ve Kurp Yarıçapları

Orman yol şebeke planında taşımanın prensip olarak yukarıdan aşağıya doğru yapılması esas alınmıştır. Orman yolları üzerinde emniyetle iniş aşağı taşıma için uygulanan boyuna eğimlerin %9'u aşmamasına özen gösterilmiştir. Ancak bu normal eğim oranı, çok zor arazi şartları ve teknik zorluklar karşısında istisnai olarak kısa mesafeler dahilinde (kayalık arazi ve dere yollarının son noktalarında) %12'ye kadar çıkarılmıştır. Taşıma yönünde ters eğimlere meydan verilmemesine dikkat edilmiştir. Bununla birlikte, komşu plan üniteleri arasında bağlantının kurulması, büyük arazi zorluklarının aşılması, kardinal noktalara temasın sağlanması, mülkiyet sorunu yaratılmaması gibi zorunlu hallerde ters eğim kullanılmıştır. Bu takdirde, en fazla 500 m içinde kalmak şartıyla %7'ye, daha uzun mesafelerde ise %6'ya kadar ters eğim uygulanmıştır. Ayrıca yol üstüne düşen yağmur ve kar sularının yol yüzeyine zarar vermeden uzaklaşabilmesini temin için orman yollarında asgari eğim %2 olarak belirlenmiştir.

Elverişli şartlarda kurp ve laselerde minimum yarıçap değeri $R=10$ m olarak uygulanmıştır. Ancak bu gibi durumlarda yol genişliğinin %80-100 oranında artırılması öngörülmüştür.

4.1.6 Orman Yol Şebeke Planında Uygulanan Yol Yoğunluğu ve Yol Aralığı

Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır. Amenajman planında ağaçlandırılacak sahalar toplamı ise 1725.5 ha olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının hektardaki ortalama serveti $188.78 \text{ m}^3/\text{ha}$ olup $250 \text{ m}^3/\text{ha}'\text{m}$ altındadır. Bu nedenle yol aralığının 1000 m, hektardaki yol yoğunluğunun 10 m/ha olması gerekmektedir. Sadece ağaçlandırılacak alanlar ve hektardaki servet gözönüne alınması durumunda, 1725.5 ha olan ağaçlandırılacak alanda 20 m/ha yol yoğunluğu itibarıyla 34+510 km, 5792.5 ha'da 10 m/ha yol yoğunluğu itibarıyla 57+925 km olmak üzere toplam orman içi yol uzunluğunun 92+435 km olması gerekecektir. Ancak arazinin

ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonu yapılmaması nedeniyle, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızalarının önlenmesi için yol aralığı 500 m-750 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 146+906 km ve yol yoğunluğu 19,54 m/ha olarak gerçekleşmiştir.

4.1.7 Orman Yol Güzergah Planlarının Hazırlanması

4.1.7.1 Orman Yol Güzergah Planlarının Klasik Yöntemle Hazırlanması

Araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli harita üzerinde seçilen ana kontrol noktaları (yolun baş ve son noktaları) arasındaki uygun güzergah belirlendikten sonra, bu iki nokta arasında belirlenen ortalama eğim ve bu eğime karşılık gelen pergel açıklığı ile daha önce belirtilen esaslar çerçevesinde sıfır poligonu geçirilmektedir. Yolun baş ve son noktaları arasında geçirilen sıfır poligonunun doğrultmaları yapıldıktan sonra kurplar yerleştirilmektedir. Güzergahın metrajı tamamlandıktan sonra boykesit ve enkesitlerin çizilmesinde dikkate alınacak profil noktaları (yol ekseninin eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar, yatay kurpların baş ve son noktaları vb.) belirlenerek yol güzergah planı hazır hale getirilmektedir. Daha sonra araziye çıkılarak planlanan yol güzergahlarının geçtiği yerler kontrol edilmekte, sorun çıkan güzergahlarda düzeltmeler yapılmaktadır.

4.1.7.2 Orman Yol Güzergah Planının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi

InROADS SelectCAD programının tasarım (Design-Horizontal Aligment) modülü ile, belirlenen ana kontrol noktaları arasındaki yol eksenini:

- Bir noktadan başlayıp mesafe ve açı belirtilerek,
- Noktaların koordinat değerleri klavyeden girilerek,
- Nokta numarası belirtilerek,
- İki nokta arasında gidilecek mesafe ve açı, fare (mouse) ile bilgisayar ekranında işaretlenerek

dört şekilde çizilebilmektedir.

Orman yol güzergahlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi yönteminde, araştırma alanının sayısal haritası üzerinde seçilen ana kontrol noktaları arasındaki güzergah ve dolayısıyla yol ekseninin çizilmesi, başlangıç noktasından itibaren aliyanların some noktalarının koordinatları ve ortalama eğimin (%P) klavyeden bilgisayara girilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen güzergahların doğrultmaları bilgisayar ortamında yapılmıştır. Güzergahların oluşturulmasından sonra InROADS SelectCAD uygulama programı tasarım modülü içerisindeki GEOMETRY başlığı altında CURVE komutu verilerek suretiyle güzergaha en uygun kurplar hesaplanmış ve yerleştirilmiştir. Elde edilen yol eksenleri üzerinde, boykesit ve enkesitlerin çizilmesinde dikkate alınacak profil noktalarının, başlangıç noktasına olan uzaklıkları bilgisayar ortamında yol eksenini üzerine yazdırılarak güzergah planı hazırlanmıştır. 218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır. Orman yollarının uzunlukları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Alanı Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Orman Yolları Uzunlukları
Table 4: The Length of the Forest Roads

YOL KOD NO (ROAD CODE)	GÜZERGAHIN ADI (THE NAME OF FOREST ROAD COURSES)	YOL UZUNLUĞU ROAD LENGTH km
218	Gavurharmanı Tepe – 218-2	0+900
218-1	Halittepe Altı – Çötencik Dere	10+986
218-2	Düzgökçe Ağaç Dere – Sarıyer Mah.	12+828
218-3	Üç Tepeler – 218-2	1+018
220	Şabanlar Mah. – Akdaş Dere	4+068
6	Kayabükü – Akçaharman Dere	11+900
7	Musluoğlu Mah. – İspaca Mah.	4+332
8	Gergenli Sırtı – Tavşanbişi Sırtı	6+600
12	Demirciler Mah. – Musluoğlu Mah.	3+817
13	Attan İnecek Tepe Altı- Ahlatlı Yayla	8+230
14	İkürduk Dere – Üç Köknar Tepe	2+330
15	Tavşanbişi Dere – 14	0+718
17	Kayrak Dere – Attan İnecek Sırtı	3+000
18	Kayrak Dere – Keklik Dere Üstü	1+824
20	Akçaharman Dere – Kayrak Dere Üstü	4+597
21	Kocaoğlu Mah. – Kayrak Dere	3+684
22	Mengen Çayı – Ağacalar Köyü	3+429
23	Dikmen Tepe – Çıraklar Mah.	3+121
24	Kayrakdere – Obrancık Sırtı	1+973
25	Sarıyusuf Mah. – Kavaklıdüzü Tepe	9+140
26	Bolu Çayı – Avdanaltı	9+430
27	Çakırlar Mah. – Ortaca	3+222
28	Karcinek – Delibayır Sırtı	3+620
30	Dipsiz Dere – Yılınlı Geriş Sırtı	2+252
31	Bolu Çayı – Sarıyusuf Mah.	6+200
32	Gökçesu – Köprübaşı	22+436
40	Dereköy – 31	0+485
41	Oruçoğlu Mah. – Bolu Çayı	0+766
	TOPLAM (TOTAL)	146+906

4.1.8 Boykesitlerin Hazırlanması

4.1.8.1 Boykesitlerin Klasik Yöntemle Hazırlanması

Yol eksenini boyunca düşey olarak geçirildiği düşünülen bir düzlemin araziye kesmesiyle elde edilen kesite boykesit (boyuna profil veya uzunluk profili) denir (TAVŞANOĞLU 1973). Boykesit çiziminde yatay ölçek genellikle vaziyet planının ölçeğine eşit, düşey ölçek ise bunun 10 veya 20 katı abartılarak alınmaktadır. Bilindiği üzere boykesitin çizilmesinde siyah hat (arazi hattı) kırmızı hat (tesviye hattı) olmak üzere iki hat söz konusudur.

a) Siyah hattın çizilmesi

Boykesitin çizilmesinde, sunuş kısmının tabanını oluşturmak üzere baz hattı çizilir ve bu hattın sol başında başlangıç noktası işaretlenir. Bundan sonra güzergah planındaki yol eksenini boyunca, mevcut olan bütün profil noktalarının;

- Yol ekseninin, eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar
- Yatay kurplara ait baş ve son noktaları
- Hektometre ve kilometre noktaları
- Büz, menfez ve köprü gibi sanat yapılarının konulacağı noktalar
- Arazi yapısının (toprak, kayalık vb.) ve bitki örtüsünün (çayır, orman, funda vb.) yolun inşasını etkileyecek kadar değiştiği mesafelerin başladığı ve bittiği noktaların (TAVŞANOĞLU 1973; SEÇKİN 1984-c)

başlangıç noktasından olan uzaklıkları işaretlenerek ilgili yerlere yazılmaktadır. Yine bütün profil noktalarının kotları vaziyet planından alınarak, bu noktalardan baz hattına inilecek dikler üzerine düşey ölçeğe göre işaretlenmektedir. Böylece profil boyunca elde edilen bu noktaların doğrularla birleştirilmesi sonucu siyah hat (arazi hattı) elde edilmektedir (ŞENTÜRK 1992).

b) Kırmızı hattın çizilmesi

Boykesitte, yukarıda açıklandığı gibi siyah hat çizildikten sonra, kırmızı hattın geçirilmesinde, kırmızı hattın altında kalacak dolgu ve üstünde kalacak kazı alanlarının birbirini izleyecek şekilde olmasına ve kırmızı hattın ters eğimlere meydan vermemesine dikkat edilmelidir (ŞENTÜRK 1992). Bu esaslar çerçevesinde kırmızı hat geçirildikten sonra kırmızı hattın eğimi, kırmızı kotlar ve kot farkları hesaplanıp ilgili yerlerine yazılarak klasik yöntemle boykesitin çizimi tamamlanmaktadır.

4.1.8.2 Boykesitlerin Bilgisayar Ortamında Hazırlanması

Bilgisayar ortamında güzergah planı hazırlanmış olan yol ekseninin boykesitini, InROADS SelectCAD yazılımının Design modülü içinde önceden oluşturduğumuz araştırma alanına ait sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır. Bütün profil noktalarının (yol ekseninin eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar, yatay kurplara ait baş ve son noktaları vb.) koordinat değerleri, sayısal arazi modeli ve InROADS SelectCAD yazılımı ile hesaplandığından; bu yöntemle siyah hattın (arazi hattının) elde edilmesi için, ölçekler belirlendikten sonra ana kontrol noktalarını tanımlamak yeterli olmaktadır. Klasik yöntemde olduğu gibi burada da yatay ve düşey ölçek tanımlandıktan sonra (yazılım içinde hazır bulunanlar da kullanılabilir), ana kontrol noktaları (B ve S noktaları) belirtilmektedir. Bu tanımlamadan sonra InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından PROFILE-CREATE PROFILE komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahın siyah hattı çok kısa bir sürede elde edilmektedir. Bu arazi hattının çizimi

mi tamamlandıktan sonra, kırmızı hat hangi noktalar arasında çizilecekse, bu noktalar fare (mouse) yardımıyla belirtilir ve kırmızı hat, belirtilen noktalar arasında çizilmekte ve eğimi hesaplanmaktadır. Kırmızı hattın çiziminde kazı ve dolgu alanlarının dengeli olarak dağılıp dağılmadığı çok hızlı bir şekilde yazılım tarafından verilebilmektedir. Siyah ve kırmızı hattın çizimi tamamlandıktan sonra, kırmızı ve siyah hattın kotları istenen aralıkta (yani her 5 m, her 10 m, her 50 m vb.) yazdırmak mümkün olmaktadır. Yazılım, tüm profil noktalarına ait değerleri verebilmektedir. Boykesitin tanıtım bölümünde yer alan ara mesafeler, kot farkı vb. bilgiler istendiğinde EVALUATION modülünde PLAN-PROFILE GENERATOR komutları kullanılmak suretiyle elde edilebilmektedir. Boykesitte düşey kurpların hesapları, bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. InROADS SelectCAD yazılımı içinde GEOMETRY modülü içinde EDIT VERTICAL ve DEFINE CURVE komutları kullanılmak suretiyle gerekli yerlerde düşey kurplar oluşturulmuştur.

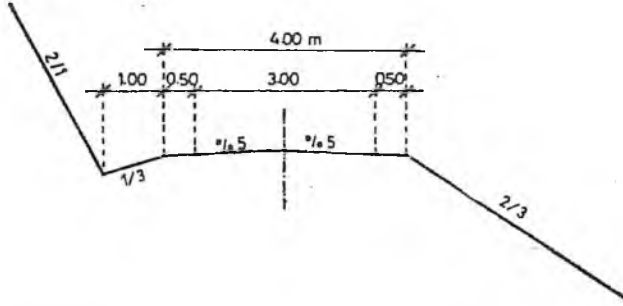
4.1.9 Enkesitlerin Hazırlanması

4.1.9.1 Enkesitlerin Klasik Yöntemle Hazırlanması

Yol eksenini üzerindeki kesitle ilgili profil noktasından, eksenin yatay izdüşümüne dik olarak geçirildiği düşünülen düşey düzlemin araziye kesmesiyle elde edilen kesite enkesit adı verilmektedir (TAVŞANOĞLU 1973). Genel olarak yol eksenine dik olarak alınan enkesitlerin uzunlukları, projenin durumunu tam anlamıyla belirtmeye yetecek kadar olmaktadır.

Enkesitler, bir yolda yapılacak kazı ve dolgu miktarlarını hesaplayabilmek amacıyla çizilmektedir. Boykesitte olduğu gibi enkesitler de siyah olarak çizilen arazi çizgisi ile tip enkesite uygun şekilde kırmızı olarak çizilen proje çizgisinden oluşmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere siyah çizgi inşa edilecek yol için yeterli genişlikte arazi kısmındaki durumunu gösterirken kırmızı çizgi inşaattan sonra ortaya çıkacak yol gövdesinin durumunu ortaya koymaktadır. Bir yol projesindeki enkesitler, boykesitteki bütün profil noktalarında, kısaca özetlenirse, siyah ve kırmızı çizgiyi oluşturan noktalarda, geçit noktalarında, kurpların baş ve son noktalarında alınmaktadır. Bunların dışında arazi örtüsünün (orman, funda, çayır vb.) ve arazi yapısının (toprak, küskülük, kaya) yol yapım masraflarını etkileyecek ölçüde değişiklik gösterdiği noktalarda da enkesitlerin alınması gerekmektedir. Bu gibi noktalar detaylı haritalardan da faydalanılarak veya doğrudan doğruya arazide yapılacak etüdlerle belirlenebilmektedir. Ayrıca yol ekseninin mevcut akarsu yatakları ile mevcut yolları kestiği veya bunların yakınından geçtiği yerlerle sahipli araziye girip çıktığı ve yakınından geçtiği noktalarda da enkesitlerin alınmasında yarar bulunmaktadır (BAYOĞLU 1996).

Güzergah planı ve boykesitte belirtilen profil noktalarında arazi hatları çizildikten sonra, arazi hattı üzerindeki eksen noktasından itibaren eksen çizgisi üzerinde, dolduru yüksekliği yukarı ve kazı derinliği aşağıya gelmek üzere kot farkları işaretlenmektedir. Daha sonra, bulunan bu noktaya uygulanacak orman yollarının standart enkesit şablonu (Şekil 8) ve yol orta noktası çakıştırılarak standart yol enkesitleri çizilmektedir.



Şekil 8: B tipi tali orman yolu standart enkesit şablonu

Figure 8: Stabilizer lined B category forest road standards

4.1.9.2 Enkesitlerin Bilgisayar Ortamında Hazırlanması

Bilgisayar ortamında güzergah planı hazırlanmış olan yol projesinin enkesitlerinin bilgisayar ortamında hazırlanmasında InROADS SelectCAD yazılımının Design modülü içinde önceden oluşturduğumuz araştırma alanına ait sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır.

Enkesit uzunluğu arazi hatınının daha iyi görülebilmesi amacıyla, güzergahın sağında ve solunda 40 m olmak üzere toplam 80 m olarak bilgisayara belirtildikten sonra; bilgisayar, araştırma alanımıza ait sayısal arazi modeli ve InROADS SelectCAD yazılımı yardımıyla, bütün profil noktalarının arazi hatlarını istenilen ölçekte çıkarmaktadır. Profil noktalarına ait enkesitlerin, arazi hatları çizildikten sonra; klasik yöntemde de kullanılan Şekil 8'deki B tipi tali orman yolu standart enkesit şablonuna ait uzunluk ve eğim değerleri bilgisayara girilerek, şablon tanımlanmaktadır. Standart enkesit şablonu bu şekilde tanımlandıktan sonra, bilgisayar başka bir ek bilgiye ihtiyaç duymadan, bilgisayar ortamında oluşturulmuş boykesitteki kot farklarını da dikkate alarak standart yol kesitlerini çizmektedir. Bu tanımlamadan sonra InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından CREATE CROSS SECTIONS komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahta enkesitler elde edilmiştir.

4.1.10 Kazı ve Dolgu Alanlarının Hesaplanması

4.1.10.1 Kazı ve Dolgu Alanlarının Klasik Yöntemle Hesaplanması

Bu yöntemde, enkesit alanlarının hesaplanmasında birçok metod kullanılmaktadır. Bunları, planimetre, tartı, kareleri sayma, koordinat, hesap, cetveller, grafik, çizimle ve paralellere bölerek kullanan metodlar şeklinde sıralayabiliriz. Yukarıda adları verilen yöntemlerden biri ile hesaplanan kazı ve dolgu alanları ilgili enkesitin altına yazılmaktadır. Kazı ve dolgu alanlarının hesaplanmasından sonra, birbirini izleyen iki profile; yani bir enkesitteki kazı alanıyla diğer enkesitteki kazı alanının ve bir enkesitteki dolgu alanıyla diğer enkesitteki dolgu alanının ortalaması alınarak bu iki enkesit arasındaki yatay mesafeyle çarpılarak, sözkonusu kesitler arasında kazılacak veya doldurulacak toprak hacimleri hesaplanarak ilgili tablonun sütunlarına yazılmaktadır.

4.1.10.2 Kazı ve Dolgu Alanlarının Bilgisayar Ortamında Hesaplanması

Bilgisayar ortamında çizilen enkesitlere ait tüm noktaların bilgisayar ortamında kazı ve dolgu alanlarının hesaplanabilmesi için, InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından VOLUMES komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahta enkesitlerin kazı ve dolgu alanları elde edilmiştir. Enkesitlerdeki kazı ve dolgu alanları, yukarıda açıklandığı şekilde bilgisayar ortamında hesaplandıktan sonra yazılım birbirini izleyen enkesitlerdeki ortalama kazı ve dolgu alanlarını hesaplayıp, ilgili enkesitler arasındaki yatay mesafeyle çarpılarak kazı ve dolgu miktarlarını hacim olarak bulmaktadır. Enkesitlere ait hesaplanan kazı ve dolgu alan ve hacim değerleri tablo halinde bilgisayardan alınmıştır. Tablo 5'da planlanan tüm orman yollarının toplam kazı ve dolgu hacimleri verilmiştir. Buna göre toplam kazı hacmi 349 915.829 m³, toplam dolgu hacmi 312 479.4301 m³ olarak bulunmuştur.

Tablo 5: Araştırma Alanı İçin Planlanan Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Orman Yollarının Toplam Kazı ve Dolgu Hacimleri

Table 5: The Cut and Fill Volumes of Forest Roads of the Research Area

YOL KOD NO (ROAD CODE)	GÜZERGAHIN ADI (THE NAME OF FOREST ROAD COURSES)	YOL UZUNLUĞU (LENGTH OF THE FOREST ROADS) (km)	TOPLAM KAZI HACMI (TOTAL CUT VOLUMES) (m ³)	TOPLAM DOLGU HACMI (TOTAL FILL VOLUMES) (m ³)
218	Gavurharmanı Tepe – 218-2	0+900	993.2	521.35
218-1	Halittepe Altı – Çötencik Dere	10+986	22511.8	23596.3
218-2	Düzzökçe Ağaç Dere – Sarıyer Mah.	12+828	23697.6	19691.3
218-3	Üç Tepeler – 218-2	1+018	1355.434	953.182
220	Şabanlar Mah. – Akdaş Dere	4+068	5783.378	5171.725
6	Kayabükü – Akçaharman Dere	11+900	21228.6	18002.4
7	Musluoğlu Mah. – İspaca Mah.	4+332	6604.526	7233.65
8	Gergenli Sırtı – Tavşanbişi Sırtı	6+600	13964.95	13958.1
12	Demirciler Mah. – Musluoğlu Mah.	3+817	10928.43	7245.9
13	Atan İncecek Tepe Altı- Ahlatlı Yayla	8+230	15181.3	17688.75
14	İkurdük Dere – Üç Köknar Tepe	2+330	5020.835	5163.05
15	Tavşanbişi Dere – 14	0+718	1130.25	3515.55
17	Kayrak Dere – Atan İncecek Sırtı	3+000	5679.85	6686.3
18	Kayrak Dere – Keklik Dere Üstü	1+824	4221.5	3828.44
20	Akçaharman Dere – Kayrak Dere Üstü	4+597	9488.99	10000.4
21	Kocaoğlu Mah. – Kayrak Dere	3+684	9088.56	6233.91
22	Mengen Çayı – Ağaçlar Köyü	3+429	9754.17	7481
23	Dikmen Tepe – Çıraklar Mah.	3+121	6365.087	8163.465
24	Kayrakdere – Obrancık Sırtı	1+973	2887.734	2714.95
25	Sarıyusuf Mah. – Kavaklıdüzü Tepe	9+140	24165.45	21766.55
26	Bolu Çayı – Avdanaltı	9+430	22486.5	23752.1
27	Çakırlar Mah. – Ortaca	3+222	9060.74	6679.8
28	Karcınık – Delibayır Sırtı	3+620	6803.7	10202.47
30	Dipsiz Dere – Yılgınlı Geriş Sırtı	2+252	5413.12	2862.31
31	Bolu Çayı – Sarıyusuf Mah.	6+200	12735.2	10753.85
32	Gökçesu – Köprübaşı	22+436	90672.85	78684.6
40	Dereköy – 31	0+485	677.575	1572.75
41	Oruçoğlu Mah. – Bolu Çayı	0+766	2004.5	2289.42
	TOPLAM (TOTAL)	146+906	349915.829	312479.4301

4.2 Orman Yol Şebeke Planının İnşaat Mevsimi ve İnşa Süresi

Araştırma alanı yol şebeke planında belirtilen işlerden yeni yol inşaatı, büyük onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşaatlarının, amenajman planına uygun olarak 2001 yılında başlayarak 2015 yılına kadar 14 yıl içinde gerçekleştirileceği kabul edilmiştir. Planda yer verilen inşaatların yapım yılları Tablo 6'da gösterilmiştir. İklim şartları bakımından yol yapımı çalışmalarında yağışların yer aldığı Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında makinalardan her zaman yüksek verim sağlanamaz. Bu nedenle kış ayları süresince ve özellikle düşük yükseltilerde zemin şartlarının uygun bulunduğu ve yapım çalışmalarını yağışsız dönemlerde devam ettirmek ekonomik olacaktır.

Tesviye (Yeni yol yapımı) için yapım süresi	14 yıl
Büyük onarım için yapım süresi	14 yıl
Üst yapı (Stabilize kaplama) için yapım süresi	14 yıl
Muhtelif sanat yapıları için yapım süresi	14 yıl
Bakım ve onarım için yapım süresi	14 yıl'dır.

Tablo 6: Araştırma Alanı Orman Yol Şebekesi Yapım Programı

Table 6: The Construction program of the Road Network Plan the Research Area

İŞİN CİNSİ (WORK TYPE)	BİRİMİ (UNIT)	YILLIK PROGRAM (ANNUAL PROGRAM)	VII. PLAN 2001-2004	VIII. PLAN 2005-2009	IX. PLAN 2010-2015	TOPLAM (TOTAL)
Tesviye (Yeni yol) (New Road Construction)	km	8+365	33+459	41+823	41+823	117+106
Büyük Onarım (Major Repairs)	km	2+128	8+514	10+643	10+643	29+800
Üst yapı (Stabilize kaplama) (Pavement)	km	10+493	41+974	52+466	52+466	146+906
Muhtelif sanat yapısı (Forest Roads Structures)	km	10+493	41+974	52+466	52+466	146+906
Bakım-Onarım (Maintenance)	km	-	169+390	399+950	609+075	1178+415

218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır. Yol şebeke planını oluşturan yollarda yapılacak üst yapı çalışması için uygulanabilecek bir iş programı yapılmıştır. Üst yapı çalışması için gerçekleştirilecek iş aşamaları 7 başlık altında incelenmiştir. Bunlar; şantiyenin kurulması, reglaj, üst yapı malzemesinin taşınması, suyun taşınması, üst yapı malzemesinin serilmesi ve karıştırılması, sıkıştırma, diğer düzenleme işleri ve şantiyenin taşınmasıdır. Yapılan iş programında tüm işlerin 57 haftada bitirilmesi planlanmıştır.

4.3 Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Yolların Bakımı ve Onarımı

Araştırma alanı sınırları içinde mevcut olan orman yollarının tamamına yakın bir bölümü bakıma ihtiyaç göstermektedir. Bu yollarda drenaj tesisleri eksikliğinden yer yer doldurular yıkılarak yol genişlikleri daralmıştır. Ayrıca yol yüzeyi sularla yıkanmış, kenar hendekleri çevreden gelen taşıntı materyalleri ile doldurulmuştur. Bu nedenle yolların süratle iyi ve yeterli bir bakım altına alınması gerekmektedir. Mevcut yolların ilkbahar ve sonbahar aylarında incelenerek bakım ve onarımlarının yapılması ve bu amaçla kenar hendeklerinin yeniden açılması gerekmektedir. Genellikle yolların bakım işlerinin zamanında yapılmaması çok daha büyük masrafları gerektirmektedir. Hatta yolun ulaşımına kapanmasına neden olmaktadır. Ulaşımın aksaksız bir şekilde yürütülebilmesi için oluşturulan yol bakım ekibi tarafından yolların sürekli olarak bakım altında tutulması sağlanmalıdır.

5 yıllık kalkınma dönemlerinde toplam bakım yapılacak yol uzunluğu hesabı ile ilgili esaslar aşağıda verilmiştir.

$$x = 29+800 \text{ km} : 2001 \text{ yılı itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$y = 8+365 \text{ km} : \text{Yıllık yol yapım programı}$$

$$\text{VII. Plan Dönemi : Bakımı yapılacak yol uzunluğu} = 4x + 6y$$

$$\begin{aligned} \text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk} &= 4(29+800)+6(8+365) \\ &= 169+390 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\text{VII. Plan Dönemi : VIII. plan dönemi sonu itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$x_1 = x + 4y = 63+260 \text{ km}$$

$$\text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk:}$$

$$5(63+260) + 10(8+365) = 399+950 \text{ km}$$

$$\text{IX. Plan Dönemi : VIII. plan dönemi sonu itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$x_2 = x_1 + 5y = 105+085 \text{ km}$$

$$\text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk:}$$

$$5(105+085) + 10(8+365) = 609+075 \text{ km}$$

Genel toplam 1178+415 km olarak bulunmuştur.

Tablo 7: Araştırma Alanında Bakım ve Onarımı Yapılacak Yolların Uzunluğu
Table 7: The Maintenance Work Program of the Forest Roads of the Research Area

5 Yıllık Plan Dönemi (The period of 5 Years Plan)	Yıllar (Years)	Bakım ve Onarımı Yapılacak Yol Uzunluğu (Length of the Forest Roads) (km)
VII	2001	29+800
	2002	38+165
	2003	46+530
	2004	<u>54+895</u>
		169+390
VIII	2005	63+260
	2006	71+625
	2007	79+990
	2008	88+355
	2009	<u>96+720</u>
		399+950
IX	2010	105+085
	2011	113+450
	2012	121+815
	2013	130+180
	2014	<u>138+545</u>
		609+075
GENEL TOPLAM (TOTAL)		1178+415

4.4 Araştırma Alanı İçin Hazırlanan Primer Transport Planı

Araştırma alanı için hazırlanan yol şebeke planından sonra, bölgede yapılacak bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılacak transport metodlarının belirlenmesi amacıyla primer transport planı hazırlanmıştır. Bu plan için öncelikle bölgenin eğim analizleri yapılmıştır. Daha önce Bölüm 4.1.2.1'de belirtildiği üzere bölgenin;

% 6.74'ünün	% 0-10
% 14.99'unun	% 11-20
% 24.17'sinin	% 21-33
% 27.39'unun	% 34-50
% 26.71'inin	% 51 ve üzeri

bir eğime sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Ancak daha sonra bu eğim sınıflarının aşağıda olduğu gibi iki sınıf altında birleştirilmesinin pratik bakımdan daha uygun olacağı düşünülmüştür (SAMSET 1957; STROMNES 1964):

A. Eğim < %33

B. Eğim > %33

bu sınıflamaya göre bölmeden çıkarma, yamaç eğiminin %33'e kadar olduğu orman alanlarında koşum hayvanları ya da mekanizasyon halinde tarım ve orman traktörleri (bu traktörlerin arkasına bir vinç monte edilmiş olması büyük yarar sağlayacaktır.) ile; %33'ten daha dik yerlerde ise kablo hatlarla yapılacaktır. Böyle bir sınıflama:

- Hayvanlarla, tarım ve orman traktörleri ile sürütme yapılabilir arazi (eğim %33'e kadar)
- Kablo hatlarla sürütme yapılabilir arazi (eğim % 33'ten fazla)

olarak da tanımlanabilir. Öte yandan bölge arazisinin eğim bakımından bu sınıflamaya göre ayırılması amacıyla InROADS SelectCAD yazılımıyla yapılan çalışmalar ise, tüm arazinin:

%45.89'unun < %33

%54.11'inin > %33

bir eğime sahip olduğu görülmüştür (Tablo 2). Dolayısıyla buradan, tüm arazinin %45.89'unda hayvanlarla ya da tarım traktörleriyle, %54.11'inde ise kablo hatlarla bölmeden çıkarma yapılması gerektiği sonucuna varmak mümkün olabilir. Yukarıda belirtilen eğim sınıflarına giren orman alanları Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi eğimin % 33'ü aştığı orman alanlarında bölmeden çıkarmının kablo hatlarla yapılacağı belirtilmişti. Bu yamaçlarda hangi tipte bir kablo hattının kullanılabileceğini belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla, bölgenin kablo hat arazisi olarak tanımlanan kısımlarında mevcut ve planlanan yollar dikkate alınarak, yani bir yandan yamaç üzerindeki birbirine paralel yollar ve öte yandan sırtlara yakın yollarla sırtlar arasındaki mesafeler ölçülmüştür. Bu amaçla bilgisayar ortamında eğim değişim noktaları ve su bölümü çizgileri (dere, sırt vb.) belirlenmesi amacıyla bir analiz yapılmıştır. Bu analizden yararlanılarak belirlenen sırtlar bir harita üzerine işlenmiş ve bölge için hazırlanan primer transport planı hazırlanmıştır. Bu haritanın incelenmesinden varolan duruma göre, daha önce genel olarak bölge arazisinde kablo hatların kullanılması için ayrıtılan arazi kesiminde, halen uygulanmakta olan hayvanla sürütmenin yerini tamburlu tarım traktörleri, özel orman traktörleri ve kısa mesafeli vinçli hava hatları gibi mekanize taşıma yöntem ve biçimlerinin alması gerektiği anlaşılmıştır. Araştırma alanında uygulanacak taşıma yönüne gelince; hayvanlarla ya da tarım traktörleri ile taşımada, bir kural olarak hemen daima yukarıdan aşağıya doğru, kablo hatlarla taşımada ise, duruma göre, yukarıdan aşağıya doğru ya da aşağıdan yukarıya doğru veya her iki yönde olacak biçimde kabul edilmiştir. Hazırlanan primer transport planı gerektiğinde yazarından temin edilebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

2000'li yıllara girilen şu günlerde, gelişmiş ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir.

Birçok ülkede sayısal arazi modelleri (SAM) tekniği yerleşim ve endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaktadır. Sayısal arazi modellerinin oluşturulması ülkemizde henüz yeni bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer ülkelerde uzun yıllardır yararlanılan sayısal arazi modelleri otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin tasarım ve planlanmasında, son yıllarda ülkemizde de otoyolların planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Büyük bir bölümü dağlık bölgelerde bulunan ülkemizin orman yollarının plan ve proje çalışmalarında Sayısal arazi modeli ve bilgisayar yazılımlarının kullanılması para ve zaman bakımından yapılan harcamaları büyük ölçüde azaltacağı için, ekonomik ve mantıklı bir yaklaşım olacaktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırmalarda orman yollarının planlanmasında, sayısal arazi modellerinin kullanılmaya başlanmasıyla mil başına para ve personel harcaması bakımından büyük azalmaların olduğu ifade edilmektedir.

Orman yollarının plan ve projelerinin düzenlenmesinde, sayısal arazi modellerinin kullanılması ile bölgenin topoğrafik yapısını bilgisayar ortamında oluşturma olanağı olduğu için arazi çalışmaları azalacak ve yol projelendirmelerinde sözkonusu olan güzergah planları, boykesit ve enkesitlerin çıkarılması, kazı ve dolduru alanlarının ve hacimlerinin hesaplanması klasik yöntemle göre çok daha kısa bir zamanda ve çok daha az bir harcamayla yapılacaktır. Ancak bilgisayar ortamında sayısal arazi modellerinin oluşturulması ve bunların orman yollarının planlanmasında kullanılması herşeyden önce, gerekli yazılım ve donanımları olan uygun bir bilgisayar sisteminin varlığına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle, gerekli yazılım ve donanımlara sahip bir bilgisayar sistemi kurulduktan sonra, çalışılacak sahanın büyüklüğüne ve yapılacak işin önemine göre, sayısal arazi modellerinin kullanılması uygun olacaktır. Sayısal arazi modelleri, güncelliğini yitirmemiş mevcut topoğrafik haritaların sayısallaştırıcılarla bilgisayar ortamına aktarılması ile, arazide uygun dağılım ve sıklıkta tesis edilmiş yer kontrol noktalarının işaretlenmesinden sonra, çekilen hava fotoğraflarının analitik stereoskopik aletlerle değerlendirilmesiyle, arazide çeşitli aletlerle yapılan ölçümler sonucunda, büyük alanlarda çalışma sözkonusu ise ve fazla duyarlılık istemiyorsa, uzaktan algılama verilerinin yazılımlarla değerlendirilmesi sonucu elde edilen sayısal veriler kullanılarak oluşturmak mümkün olmaktadır.

Ormancılıkla ilgili idari işlerin görülmesi, hammadde odunun taşınması, ormanda silvikültürel çalışmaların yapılması, orman koruması, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınması amaçlarına hizmet etmek için inşa edilen orman yolları ile ulaşılması mümkün olmayan veya ulaşılması çok pahalı olan, dik ve dağlık bölgelerdeki ormanlardan elde edilen asli ürünün (tomruğun) ormandan çıkarılmasında, hava hatlarının kuruluş yerlerinin planlanması için gerekli olan arazi kesitlerini, bu sayısal verilerden oluşturulacak sayısal arazi modelleri yardımıyla çok kısa bir sürede çıkarmak mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de orman işletme şeflikleri ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. İlk plan aşamasında, orman yol şebeke planlarının bir parçası olan orman yolları hakkında gerekli bilgiler, yol araziye aplike edilmeden önce elde edilmiş olup, Orman Genel Müdürlüğü'nün özel sektöre ihale ederek yapacağı orman yollarının kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda verilmiştir:

- Çalışmanın ilk bölümlerinde ülkemizdeki orman yolu yapım çalışmaları, araştırmada alanının kısa tanıtımı, orman yol şebekelerinin genel planlama esasları, orman yollarının planlanmasında gerekli olan temel esaslar, sayısal arazi modelleri, bunların oluşturulması, uygulama alanları ve bilgisayar ortamında sayısal arazi modelleri ile orman yollarının planlanması konuları incelenmiştir.

- Yol güzergahlarının etüdünde, planlama çalışmalarında faydalanılmak üzere, bölgedeki arazi yapısı incelenmiştir. Araştırma alanının 1/25000 ölçekli haritaları bilgisayar ortamında sayısallaştırılarak, sözkonusu alanın sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Çalışmaların bilgisayar ortamında yapılabilmesi için, AutoCAD R14, InROADS SelectCAD Version 7.6 ve ERDAS Imagine Version 8.4 yazılımları kullanılmıştır.
- Çalışmada, orman yollarının planlanmasında ve araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulmasında kullanılan InROADS SelectCAD yazılımının seçiminde, yazılımın Türkiye distribütörü olan Intergraph A.Ş'nin verdiği eğitim ve kullanım sırasında karşılaşılan sorunlara verilen desteğin olumlu olması, fiyat uygunluğu ve teknik üstünlükler büyük rol oynamıştır.
- Araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulması amacıyla gerekli olan referans noktaları, eşyükselti eğrilerinin sayısallaştırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Bu amaçla, araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli Bolu G-27-b-2 ve G-27-a-1 standart topoğrafik haritalardan her 10 m'de bir geçen eşyükselti eğrileri sayısallaştırıcı ve AutoCAD R14 temel grafik yazılımı aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Çalışmada, araştırma alanı bilgisayar ortamında 474292 nokta ile, oluşturulan sayısal arazi modelinde ise 110771 üçgen (triangle) ile temsil edilmiştir.
- Oluşturulan sayısal arazi modelinden yararlanılarak eğim ve baki haritaları bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Eğim ve baki haritalarından orman yol şebeke ve transport planlarının hazırlanmasında yararlanılmıştır. bölge arazisinin eğim bakımından bu sınıflamaya göre ayrıştırılması amacıyla bilgisayar ortamında yapılan çalışmalar ise, tüm arazinin %45.89'unun %33'den az, %54.11'inin %33'den fazla bir eğime sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla buradan, tüm arazinin % 45.89'unda hayvanlarla ya da tarım traktörleriyle, %54.11'inde ise kablo hatlarla bölmeden çıkarma yapılacağı sonucuna varmak mümkün olabilir (Tablo 1 ve 2).
- Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır. Amenajman planında ağaçlandırılacak sahalardan toplamı ise 1725.5 ha olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının hektardaki ortalama serveti 188.78 m³/ha olup 250 m³/ha'ın altındadır. Bu nedenle orman yolları arasındaki mesafe 1000 m, hektardaki yol yoğunluğunun 10 m/ha olması gerekmektedir. Buna göre sadece ağaçlandırılacak alanlar ve hektardaki servet gözönüne alınması durumunda 1725.5 ha'da 20 m/ha yol yoğunluğu itibariyle 34+510 km, 5792.5 ha'da 10 m/ha yol yoğunluğu itibariyle 57+925 km olmak üzere toplam orman içi yol uzunluğunun 92+435 km olması gerekecektir. Ancak arazinin ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle, orman ürünlerinin en ekonomik şekilde bölmeden çıkarılması, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 146+906 km ve yol yoğunluğu 19,54 m/ha olarak hesaplanmıştır.
- Orman yol şebeke planını oluşturan yolların tamamı bilgisayar ortamında etüd edilmiştir. Bilgisayar ortamında planlanan orman yol şebeke planını oluşturan tüm yolların kazı ve dolgu hacimleri Tablo 6'da verilmiştir. Primer transport planı üzerinde ana transport yönleri belirtilmiş olup ve araştırma alanında uygulanacak transport metodları gösterilmiştir.
- Projesi yapılan orman yol şebeke planında belirtilen işlerden yeni yol inşaatı, büyük

onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşalarının, 2001 yılında başlayarak 2015 yılına kadar 14 yıl içinde gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Buna göre yeni yol inşası, büyük onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşaları için yapım programı oluşturulmuştur.

Sonuç olarak araştırma alanı için bilgisayar ortamında planlanan orman yol şebeke planını oluşturan yolların inşası tamamlanması ile ormanın her tarafına eşit şekilde ulaşabilme imkanı sağlanmış olacaktır. Böylece üretim, rekreasyon, ağaçlandırma ve yangınlarla mücadele çalışmaları kolaylıkla gerçekleştirilecektir. Orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi ile bu planların daha hızlı, ekonomik ve doğru olarak yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

COMPUTER AIDED DESIGN OF FOREST ROAD NETWORK AND TRANSPORTATION PLANNING IN BOLU REGION

Ar. Gör. Dr. Murat DEMİR

Abstract

The computer software and hardware is extensively and effectively used especially in many countries world for the solution of complex problems. The facilities offered by the computer technology is used to a great extent in forestry also as in numerous other areas. With this purpose, the previous sections of this research includes a study of forest road construction activities in Turkey, the basic principles of planning forest roads, digital terrain models and forest road planning which were integrated in an applied sample at the district of Bolu. This study facts about the general forest road network and transportation planning are presented. Analysis of slope and aspects have been made by digitization of maps. The road network and the transportation planning of the forest have been done by using above mentioned analysis and the general facts.

SUMMARY

It is known that exploitation of forests in rough terrain is highly impacted by transportation facilities. Consistent exploitation and protection of forests; and making the direct benefits of forests available to the public, is primarily dependent on a well arranged road network and transportation plan for such forests.

The computer software and hardware is extensively and effectively used especially in the developed world for the solution of complex problems. The facilities offered by the computer technology is used to a great extent in forestry also as in numerous other areas. The accelerated development in computer software and hardware particularly during the last few decades, has made topical the use of such systems as a significant tool in the realisation of space analysis, planning, management and decision making.

Activities for the planning of systematic forest road networks were initiated in Turkey by the General Directorate of Forestry (OGM) in 1964; and the work was completed in 1974. 131630 km of which have been constructed as per the year 2000.

With the assistance of digital terrain models to be developed out of such digital data, it is possible to draw up land cross sections required to plan forest road constructions for serving the purposes of administrative forestry works, transportation of raw logs, forest protection, particularly keeping conflagrations and pest invasions under control; and to make projects for installation locations of aerial lines which are more economic for extracting the basic product (trunk) out of forests in steep areas and highlands, access of which is either impossible or highly expensive. Furthermore, slope maps developed out of digital terrain models are very useful in erosion detection activities which is highly significant for Turkey. With this purpose, the previous sections of this research includes a study of forest road construction activities in Turkey, the basic principles of planning forest roads, digital terrain models and forest road planning which were integrated in an applied sample at the district of Bolu.

Land structure at the district has been examined with the road course study, to utilise in the planning activities. Maps of the research area with a scale of 1/25000 have been digitized on the computer, and the digital terrain model of the area was created. AutoCAD R14, InROADS SelectCAD Version 7.6 and ERDAS Imagine Version 8.4 software has been used for the work. Slope maps were developed on the computer with the of digital terrain models.

According to the existing management plan, the total research area is 8801 ha, 7518 ha of which is woodland. Total area of afforestation has been designated as 1725.5 ha in the management plan. The average wood production per hectare of the research area is 188.78 m³/ha, Thus, forest roads spacing should be 1000 m, and road density should be 10 m/ha. Accordingly, with the consideration of only the areas to be afforested and the wood production per hectare, total length of forest roads has been calculated to be 92+435 km. given a road density of 20 m/ha at 1725.5 ha ($20 \times 1725.5 = 34+510$ km); and a road density of 10 m/ha at 5792.5 ha ($10 \times 5792.5 = 57+925$ km). However, due to the fact that the land and the flora is patched and scattered; and mechanical de-partitioning is not possible, road distance has been designated as 500-1000 m for purposes of the most economic extraction of forest products out of partitions; to shorten primary transport distances and facilitate the prevention of forest fires and pest invasions. Thus, total planned road length has been calculated as 146+906 km and road density as 19,54 m/ha. All roads included in the forest road network plan have been screened on the computer. Main transport courses; and transport methods to be implemented in the research area have been indicated on the primary transport plan.

It's been accepted to construct the existing and planned roads at stabiliser lined B category in secondary forest road standards. Out of the work designated in the forest road network plan and project, new road construction, major repairs, superstructure and road structures are planned to be realised within 14 years between 2001 and 2015. Construction work schedules have been developed according to the new road construction, major repairs, and superstructure and road infrastructures.

With the completion of works for the roads included in the forest road network plan, equal access will be ensured throughout the forest; thus facilitating the realisation of production, recreation, afforestation and fire fighting activities.

KAYNAKLAR

AYKUT, T., 1984: Orman Ürünleri Taşımacılığında Araç ve Teknikler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3246/370, İstanbul.

AYKUT, T.; ŞENTÜRK, N.; DEMİR, M., 1998: Cumhuriyetimizin 75.Yılında Orman Yollarının Durumu, Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23.Ekim.1998, İstanbul.

AYKUT, T.; DEMİR, M., 1999: Ormancılıkta Mekanizasyonun İstekleri, Koşulları, Faydaları ve Türkiye'de Üretim Mekanizasyonunun Durumu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 46, Sayı 1-2-3-4, Yıl 1996, İstanbul.

BAYOĞLU, S., SEÇKİN, Ö.B., 1981: Türkiye'de Orman Yolu Yapım Çalışmaları ve Sağladığı Yararlar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2883/307, Sayfa 235-244, İstanbul.

BAYOĞLU, S., SEÇKİN, Ö.B., 1984: Tarım Traktörleri ve Ormancılıkta Yararlanma İmkanları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 34, Sayı 1, Yıl 1984, İstanbul.

BAYOĞLU, S., 1996: Orman Nakliyatının Planlanması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No:3941/8, ISBN 975-404-438-4, İstanbul.

DEMİR, M., 1997: İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Yol Şebekesi ve Nakliyat Planlamasının Yapılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 46, Sayı 2, Yıl 1996, İstanbul.

DEMİR, M., 1999: Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Önemi ve Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 47, Sayı 1-2-3-4, Yıl 1997, İstanbul.

DEMİR, M., 2002: Bolu Mıntıkasında Orman Yol Şebeke ve Nakliyat Planlarının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

DİE, 1998: Devlet İstatistik Enstitüsü Verileri, www.die.gov.tr, Ankara.

DMİ, 2001: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, www.meteor.gov.tr/webler/data/datamaster.htm, Ankara.

ERDAŞ, O., 1988: Orman Transport Tesis ve Taşıtları I-II, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 308, Trabzon.

HASDEMİR, M.; DEMİR, M., 1997: Orman Yollarının Planlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (GIS) Yararlanma Olanakları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 44, Sayı 3-4, Yıl 1994, İstanbul.

HASDEMİR, M.; DEMİR, M., 1998: Orman Yollarının Planlanmasında Bilgisayar Programlarından Yararlanma İmkanları, Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23.Ekim.1998, İstanbul.

HASDEMİR, M.; ÖZTÜRK, T., 1997: Orman Ana Tamirhanelerinin Kapatılması Yeniden Değerlendirilmeli, Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı 6, Yıl 1997, Ankara.

- KOÇ, A., 1995: Bilgisayar Destekli Konusal Orman Haritalarının Üretimi ve Orman Bilgi Sisteminin Oluşturulması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- OGM, 1967: Orman Yollarının Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yönetilmesi Hakkında 202 Sayılı Tebliğ No: 8882, Ankara.
- OGM, 1984: Orman Yolları Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi, 202 Sayılı Tebliğ, Ankara.
- OGM, 1998: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Mengen Orman İşletme Müdürlüğü, Kayrak Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Ankara.
- SAMSET, I., 1957: Operational Conditions in the Telemark Forests, Nr. 48, Det Norske Skodforsokvesen.
- SEÇKİN, Ö.B., 1982: Orman Nakliyatında Yükleme ve Boşaltma İşleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2905/30-10, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-a: Türkiye'de Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüd Aplikasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 34, Sayı 1, Syf: 112-125, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-b: Orman Yolları ve Taşıtların Hareketini Etkileyen Faktörler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, Syf.: 70-91, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-c: Bir Orman Yol Projesinde Güzergah Planının Hazırlanması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, Syf.: 92-108, İstanbul.
- STROMNES, 1964: Terrain Classification in Forest District, IUFRO Montreal and Port Arthur.
- ŞENTÜRK, N., 1992: Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- TAVŞANOĞLU, F., 1973: Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:1744/182, İstanbul.
- TOPRAKSU, 1972: Batı Karadeniz Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No:273, Raporlar Serisi 500, Ankara.
- UMAR, F., YAYLA, N., 1986: Yol İnşaatı. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yayınlarından Sayı:1333, İstanbul.

DEMİRKÖY YÖRESİ İSTRANCA MEŞELERİNİN (*Quercus hartwissiana* Stev.) MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Ar. Gör. Türker DÜNDAR¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada; İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Demirköy Orman İşletme Müdürlüğü, Macara Orman İşletme Şefliğinden alınan 5 adet Istranca Meşesi deneme ağacı üzerinde, ilgili Türk standartlarına göre saptanan bazı mekanik özellikler verilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre liflere paralel basınç direnci 65.3 N/mm², statik kalite değeri 8.9, eğilme direnci 107.6 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 11056.1 N/mm², dinamik eğilme direnci 7.8 j/cm², dinamik kalite değeri 1.54, makaslama direnci 8.7 N/mm², janka sertlik değeri ise liflere paralel (enine) yönde 78 N/mm², liflere dik yönde (yan sertlik) 56.6 N/mm² olarak bulunmuştur.

1. GİRİŞ

Meşeler, jeolojik devirlerde ilk ortaya çıkışlarından bugüne kadar geçen 80 ila 100 milyon yıl, doğanın her tür etkilerine karşı koyarak günümüze kadar ulaşabilen sayılı orman ağaçlarından biri olup, yüzlerce yıl yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde 200'den fazla türü, çok sayıda alt türü, varyete ve doğal hibridleri bulunmaktadır. Ülkemiz ise doğal olarak yetişen 18 meşe türü, bunların bazı alt tür ve varyeteleri ile gerek yayılış alanı genişliği, gerekse tür zenginliği bakımından bugün dünyanın sayılı Meşe bulunuş merkezlerinden birisidir (YALTIRIK 1984).

Step dahil Türkiye'nin hemen her tarafında bir veya birkaç taksonuna rastlanan, çok geniş alanlarda saf veya karışık ormanlar oluşturan meşenin, geçmişe nazaran yayılış alanları çok daralmış ve durumları bozulmuş olmasına rağmen, ANONYMOUS (1995) verilerine göre

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

toplam sahası 5.8 milyon hektara ulaşmaktadır. Yurdumuzda toplam orman alanının yüzölçümüne oranla meşe türlerinin teşkil ettiği ormanların alanı çamdan sonra ikinci sırada yer almakta olup, yaklaşık olarak %25'ini kaplamaktadır (BERKEL ve diğerleri 1969).

Yukarıdaki veriler dikkate alındığında Meşenin, Türkiye ormanlarının önemli ağaç türlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Bu türün önemli kullanım alanları arasında özellikle kesme kaplama üretimi, toprak altı ve toprak üstü inşaatlar, fiçi ve parke yapımı, bunların yanı sıra mobilya, maden direği, travers üretimi ve gemi inşaatıdır. Endüstriyel değeri de tartışılmaz durumdadır.

Istranca Meşesi (*Quercus hartwissiana* Stev.) 35 m'ye kadar boylanabilen, düzgün gövdeli bir Meşe türüdür. Beyaz meşeler grubunda yer almaktadır. Genel coğrafi yayılışı oldukça sınırlı bir alanda olup, Bulgaristan Istrancaları, Türkiye ve Batı Transkafkasya'da bulunmaktadır. Ülkemizde Trakya, Kuzey Anadolu (Batı ve Doğu Karadeniz ormanları) ve çok lokal olarak ta Doğu Anadolu'da Erzurum ve Tunceli'de bulunur.

Bu çalışmanın amacı, Istranca Meşesinin, önemli yayılış alanlarından biri olan Türkiye'de bir yüksek lisans tezi çerçevesinde bilimsel olarak tespit edilen bazı mekanik özelliklerinin açıklanmasıdır. Böylece hem mevcut literatür boşluğunun doldurulması ve hem de bu türün, mekanik özellikleri ışığında daha rasyonel bir şekilde değerlendirilebilmesi sağlanabilecektir.

2. MATERYAL VE METOD

Istranca Meşesinin ülkemizde, Trakya bölgesinde Demirköy yöresinde ve Batı Karadeniz bölgesinde Yenice yörelerinde yoğun meşçereler oluşturduğu saptanmış ve araştırma materyali Demirköy yöresinden seçilmiştir. Böylece Macara Orman İşletme Şefliği deneme alanı olarak alınmıştır. Alan coğrafik olarak Trakya bölgesinin Kuzey Trakya bölümünde, 41°50' Kuzey enlemi ve 27°46' Doğu boylamı arasındadır.

Bu bölgede Istranca Meşesi, meşçere içerisinde gürgen (*Carpinus betulus*), fındık (*Corylus avellana*), kızılıncık (*Cornus sanguinea*) ve üzve (*Sorbus torminalis*) ile karışıklığa girmekle beraber, hakim tür olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırma alanı, yükseltisi 30 m, eğimi %0 olan bir taban arazidir. Dolayısıyla bakı mevcut değildir. Toprak balçıklı kil türünde olup pH 6.6 ile 7 arasında değişmekte, karbonat içermemektedir. Yoğun köklenme derinliği 50 cm'dir.

Araştırma sahası içerisinde rasgele olarak 20×20 m boyutlarında bir alan deneme alanı olarak belirlenmiş ve alan içerisinde kalan ağaçların göğüs ($d_{1,30}$) çapları ölçülerek aritmetik ortalamaları alınmıştır. Böylece tespit edilen ortalama göğüs çapına sahip 5 adet ağaç deneme ağacı olarak seçilmiştir. Bu ağaçların seçiminde ekstrem hallerden kaçınılmış ve her bakımdan normal özelliklerdeki gövdelerin alınmasına dikkat edilmiştir. Kesimi takiben TS 4176(1984)'ya göre ölçümler yapılmış ve kaydedilmiştir. Deneme ağaçlarının gövdelerinde toprak seviyesinden itibaren 2-4 m arasında kalan bölümlerinden, budak ve benzeri kusurlar içermeyen 1.5 m uzunluğundaki tomruklar kesilmiş ve kuzey yönleri işaretlenmiştir. Deneme ağaçlarına ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Deneme Ağaçlarının Özellikleri
Table 1: The Properties of Sample Trees

Ağaç no Tree no	Ağaç yaşı Age of trees	$d_{1,30}$ çapı (cm) Diameter of $d_{1,30}$	Ağaç boyu (m) Length of tree	Yaş dal yük. (m) Green branch	Kuru dal yük. (m) Dead branch	Çatal yük. (m) Ramification
1	57	30.6	23.3	13.0	6.3	11.0
2	78	29.0	24.9	12.3	5.5	16.0
3	78	31.5	27.4	14.0	5.4	14.0
4	75	31.0	26.8	9.1	5.1	9.1
5	66	32.0	23.1	8.0	5.7	8.6

Alınan gövde kısımlarından kuzey-güney ve doğu-batı doğrultularında, özü içine alan 8 cm kalınlığında kalaslar biçilmiştir. Biçilen kalaslar doğal kurutmaya tabi tutularak rutubetleri lif doygunluğu noktasının altına indirilmiştir. Daha sonra bu kalaslardan, tespit edilecek mekanik özelliklere ait yöntemleri içeren Türk standartları esas alınarak, standartların öngördüğü şekil ve ölçülerdeki deney örnekleri üretilmiştir. Üretilen bu örnekler TS 2470'e göre kondüsyonlanarak deneye hazır hale getirilmiştir. Tespit edilen mekanik özellikler ve ilgili standartlar aşağıda verilmiştir.

Liflere paralel basınç direnci	TS 2595 (1977)
Eğilme direnci	TS 2474 (1976)
Eğilmede elastikiyet modülü	TS 2478 (1976)
Dinamik eğilme direnci	TS 2477 (1976)
Liflere paralel yönde makaslama direnci	TS 3459 (1980)
Janka sertlik	TS 2479 (1976)

Bunlara ilave olarak statik ve dinamik kalite değerleri hesaplanmıştır. Statik kalite değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$I_s = \delta_{B//} / (100 \times D_{12})$$

burada $\delta_{B//}$, hava kurusu (%12) rutubetteki liflere paralel basınç direnci (N/mm^2) ve D_{12} ise hava kurusu yoğunluk değeridir (g/cm^3).

Dinamik kalite değeri ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$I_d = a / D_{12}^2$$

burada a, dinamik eğilme direnci değeridir (j/cm^2).

Deney sonuçları TS 2470 (1976)'da belirtilen istatistik parametreler hesaplanarak ifade edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Liflere Paralel Basınç Direnci

Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri

Table 2: The Values Of Compression Strength Parallel To Grain

Özellikler Properties		Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
		1	2	3	4	5	
Numune sayısı Sample size	N	31	25	30	30	35	151
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (N/mm ²)	x	72.8	64.7	74.2	59.4	58.8	65.3
Standart sapma Standard deviation	s	6.609	8.520	9.651	4.239	9.153	10.239
Varyans Variance	s ²	43.673	72.587	93.136	17.970	83.775	104.833
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	9.1	13.2	13.0	7.1	15.6	15.7
Ortalama hata Average of error	s _r	1,19	1,70	1,76	0,77	1,55	0,83
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	3,27	5,26	4,74	2,59	5,27	2,54

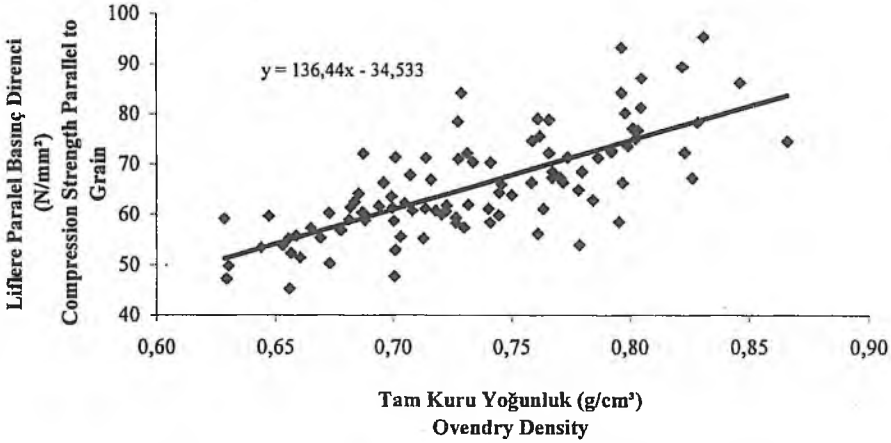
Kıyaslama yapılabilmesi için diğer bazı meşe türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri aşağıda verilmiştir (DÜNDAR 1997).

	Basınç Direnci (//) N/mm ²	Hava Kuru Yoğunluk g/cm ³
Istranca Meşesi (Demirköy)	65.3	0.711
Istranca Meşesi (Bulgaristan)	55.3	0.783
Sapsız Meşe (Karabük)	60.6	-
Çoruh Meşesi (Belgrad Ormanı)	57.1	0.731
Saplı Meşe	61.0	0.690

Görüldüğü gibi Demirköy yöresi Istranca Meşelerinin liflere paralel basınç direnci değeri, Bulgaristan Istranca Meşelerinden ve verilen diğer meşe türlerinden nispeten yüksek bulunmaktadır.

Bütün ağaçların ortalama statik kalite değeri 8.9 olarak hesaplanmıştır. Bu değer bir ağaç türünün mekanik özellikleri hakkında fikir vermesi bakımından önemli bulunmaktadır. İğne yapraklı ve yapraklı ağaçlar, yoğunluk değerleri esas alınarak statik kalite değerleri bakımından sınıflandırmaya tabi tutulmuşlardır. Buna göre, orta sertlikte yapraklı ağaçlardan olan Meşe için bu değer 7'den büyük olması özelliklerinin iyi olduğu anlamına gelmektedir (BOZKURT/GÖKER, 1987). Görüldüğü gibi Istranca meşesinin 8.9 olarak hesaplanan statik kalite değeri, verilen bu değer üzerindedir. BERKEL ve GÖKER (1974) tarafından Belgrad ormanı Çoruh meşelerinde yapılan araştırmada bu değer 8.4 olarak, GÜRSU (1966) tarafından Karabük mınıkası Sapsız meşelerinde 8,7 olarak bulunmuştur.

Şekil 1'de Istranca meşesinde liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk değeri arasındaki ilişki verilmektedir. Görüldüğü gibi yoğunluk ile liflere paralel basınç direnci arasında doğrusal artan bir ilişki mevcuttur. İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı 0.73 olarak hesaplanmıştır. Bu değer birine yakın olması kuvvetli bir ilişkinin, sıfıra yakın olması ise zayıf bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu durumda basınç direnci ile yoğunluk arasındaki doğrusal olarak artan ilişki kuvvetli bir ilişkidir.



Şekil 1: Istranca meşesinde liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki
Figure 1: The relation between the compression strength parallel to grain and the density in Istranca oak.

3.2 Eğilme Direnci

Yapılan denemelerden elde edilen değerler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Eğilme Direnci Değerleri

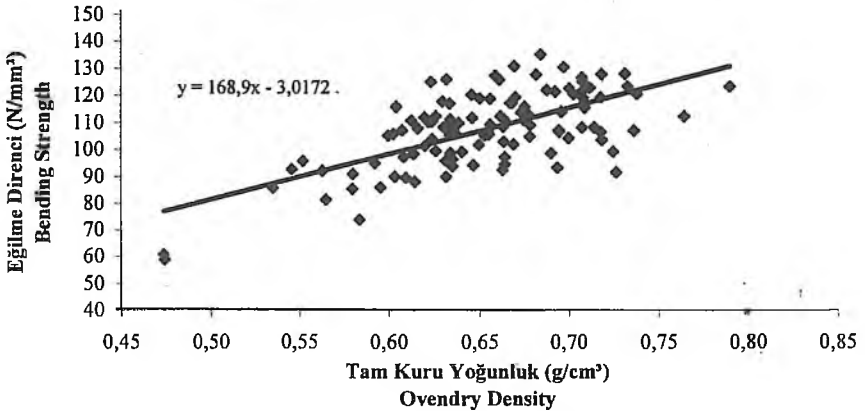
Table 3: The Values Of Bending Strength

Özellikler Properties		Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
		1	2	3	4	5	
Numune sayısı Sample size	N	29	34	32	39	31	165
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (N/mm ²)	x	114.0	104.1	120.2	104.5	97.6	107.6
Standart sapma Standard deviation	s	15.803	12.606	10.425	11.050	17.276	15.554
Varyans Varians	s ²	249.734	158.921	108.690	122.103	298.460	241.927
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	13.9	12.1	8.7	10.6	17.7	14.5
Ortalama hata Average of error	s _t	2.94	2.16	1.84	1.77	3.10	1.21
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	5.16	4.15	3.06	3.39	6.35	2.25

Diğer bazı meşe türlerine ait eğilme direnci değerleri aşağıda verilmiştir (DÜNDAR 1997).

	Basınç Direnci (//) N/mm ²	Hava Kuru Yoğunluk g/cm ³
Istranca Meşesi (Demirköy)	107.6	0.711
Istranca Meşesi (Bulgaristan)	77.3	0.783
Çoruh Meşesi (Belgrad Ormanı)	127.8	0.731
Sapsız Meşe (Karabük)	118.5	-
Saplı Meşe	88.0	0.690

Istranca meşesinde eğilme direnci ile yoğunluk arasında doğrusal olarak artan bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 2). İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı 0.65 olarak hesaplanmıştır. Bu değer bize ilişkinin kuvvetli sayılabileceğini göstermektedir.



Şekil 2: Istranca meşesinde eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Figure 2: The relation between the bending strength and the density in Istranca oak

3.3 Eğilmede Elastikiyet Modülü

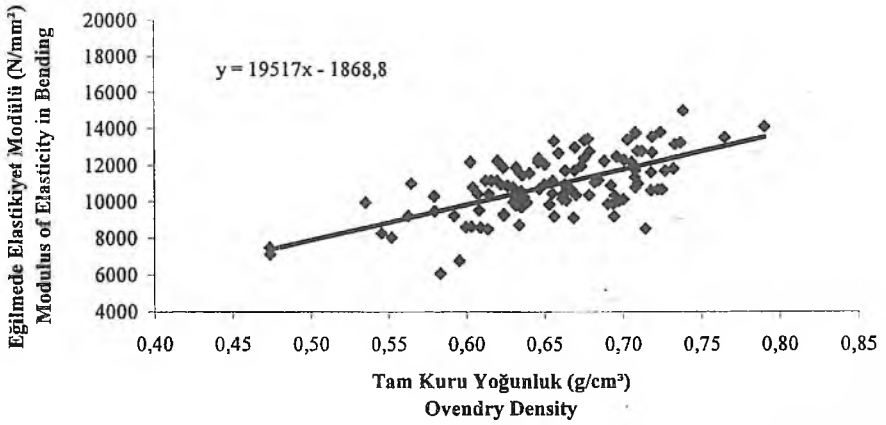
Sonuçlar Tablo 4'te görülmektedir. Bazı meşe türlerinde tespit edilmiş olan eğilmede elastikiyet modülü değerleri de aşağıda verilmiştir (DÜNDAR, 1997).

Tablo 4: Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri
Table 4: The Values Of Modulus Of Elasticity in Bending

Özellikler Properties		Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
		1	2	3	4	5	
Numune sayısı Sample size	N	29	34	32	39	31	165
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (N/mm ²)	x	12053.7	10939.4	12082.9	11004.6	9282.4	11056.1
Standart sapma Standard deviation	s	2097.7	1108.4	1505.5	1276.8	1320.2	1737.5
Varyans Varians	s ²	4400345	1228551	2266530	1630218	1742928	3018906
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	17.4	10.1	12.5	11.6	14.2	15.7
Ortalama hata Average of error	s _r	389.5	190.1	266.1	204.5	237.1	135.3
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	6.46	3.48	4.40	3.72	5.11	2.45

	Elastikiyet Modülü N/mm ²	Hava Kuru Yoğunluk g/cm ³
Istranca Meşesi (Demirköy)	11056	0.711
Saplı Meşe	11700	0.690
Sapsız Meşe (Karabük)	11300	-

Eğilmede elastikiyet modülü ile yoğunluk arasında tespit edilen doğrusal olarak artan ilişki Şekil 3'te verilmiştir. İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı 0.64 olarak bulunmuştur. Bu değer bize elastikiyet modülü ve yoğunluk arasındaki ilişkinin kuvvetli sayılabileceğini göstermektedir.



Şekil 3: Istranca meşesinde eğilmede elastikiyet modülü ile yoğunluk arasındaki ilişki
Figure 3: The relation between the modulus of elasticity in bending and the density in Istranca oak

3.4 Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Deneme sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Diğer bazı meşe türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri de aşağıda görülmektedir (DÜNDAR, 1997).

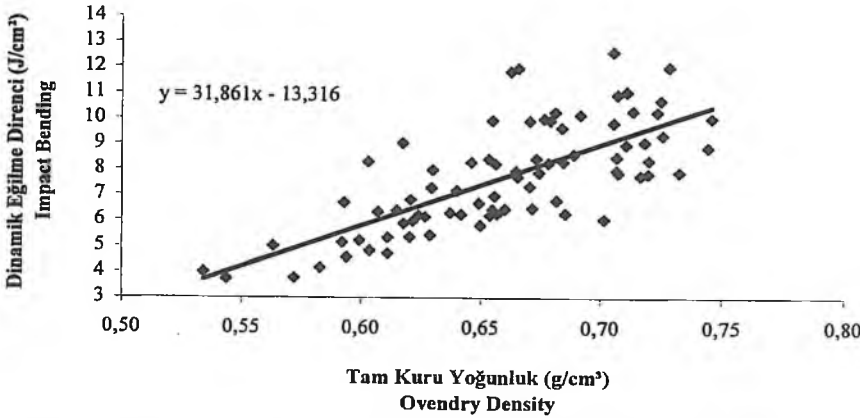
Tablo 5: Dinamik Eğilme Direnci Sonuçları

Table 5: The results of impact bending test

Özellikler Properties		Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
		1	2	3	4	5	
Numune sayısı Sample size	N	34	37	32	31	30	164
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (J/cm²)	x	9.1	7.0	8.5	8.9	5.7	7.8
Standart sapma Standard deviation	s	1.707	1.557	1.609	2.607	1.422	2.234
Varyans Varians	s²	2.913	2.423	2.590	6.797	2.023	4.992
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	18.74	22.30	18.99	29.40	24.90	28.66
Ortalama hata Average of error	s _r	0.29	0.26	0.28	0.47	0.26	0.17
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	6.44	7.31	6.68	10.52	9.12	4.46

	Şok Direnci J/cm ²	Hava Kuru Yoğunluk g/cm ³
Istranca Meşesi (Demirköy)	7.8	0.711
Çoruh Meşesi (Belgrad Ormanı)	6.5	0.731
Saplı Meşe	6.0	0.690
Sapsız Meşe (Karabük)	6.8	

Dinamik eğilme direnci ve yoğunluk arasındaki ilişki de doğrusal bir ilişkidir (Şekil 4). Buna göre yoğunluğun artması dinamik eğilme direncini yükseltmektedir. Korelasyon katsayısı 0.73 olarak bulunmuştur ve iki değişken arasındaki bu ilişkinin kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir.



Şekil 4: Istranca meşesinde dinamik eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki
Figure 4: The relation between the impact bending strength and the density in Istranca oak

Bütün ağaçlar için ortalama dinamik kalite değeri 1.54 olarak hesaplanmıştır. Yoğunluklarına göre iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlar dinamik kalite değerleri bakımından sınıflandırılmışlardır (BERKEL 1970). Istranca meşesi orta sert yapraklı ağaçlardandır. Bu grupta dinamik kalite değerinin 1-2 arasında olması durumunda dinamik yüklemeler bakımından odunun orta kalitede olduğu vurgulanmaktadır. Bu durumda Demirköy yöresi Istranca meşeleri dinamik yüklemelere karşı orta kalitede oduna sahiptirler.

3.5 Makaslama Direnci

Elde edilen veriler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Makaslama Direnci Sonuçları
 Table 6: The results of shearing strength

Özellikler Properties		Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
		1	2	3	4	5	
Numune sayısı Sample size	N	32	33	32	30	35	162
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (N/mm ²)	x	9.4	7.8	9.6	8.6	8.4	8.7
Standart sapma Standard deviation	s	1.897	0.874	1.548	1.004	1.726	1.588
Varyans Varians	s ²	3.597	0.764	2.395	1.007	2.978	2.522
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	20.19	11.26	16.14	11.61	20.52	18.20
Ortalama hata Average of error	s _r	0.34	0.15	0.27	0.18	0.29	0.13
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	7.13	3.90	5.71	4.26	6.95	2.87

Aşağıda bazı meşe türlerinin makaslama direnci değerleri hava kurusu yoğunluk değerleri ile birlikte verilmiştir (DÜNDAR, 1997).

	Makaslama Direnci N/mm ²	Hava Kurusu Yoğunluk g/cm ³
Istranca Meşesi (Demirköy)	8.7	0.711
Saplı-Sapsız Meşe	11.0	0.690
Çoruh Meşesi (Belgrad Ormanı)	9.8	0.731

3.6 Janka Sertlik

Sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir. Aşağıda diğer bazı meşe türleri ile Demirköy yöresi Istranca meşesinin Janka sertlik değerleri kıyaslanmıştır (DÜNDAR, 1997).

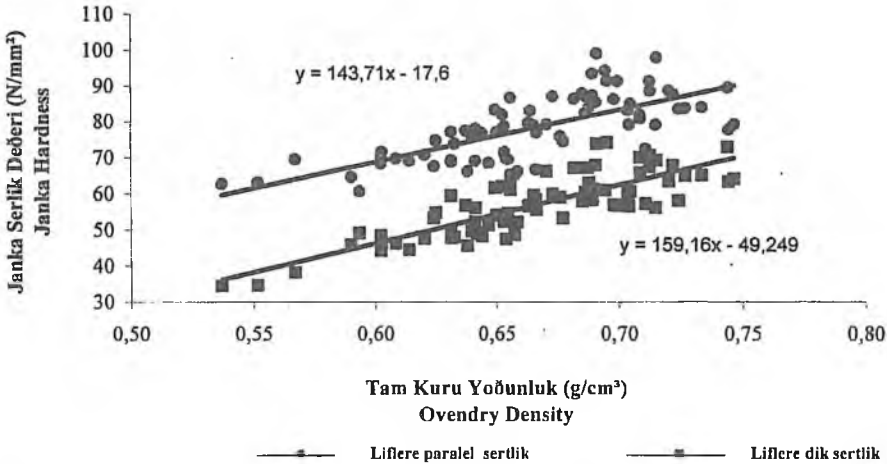
	Janka Sertlik Değeri N/mm ²		Hava Kurusu Yoğunluk g/cm ³
	Paralel	Dik	
Istranca Meşesi (Demirköy)	78.0	56.6	0.711
Istranca Meşesi (Bulgaristan)	77.7	55.1	0.783
Çoruh Meşesi (Belgrad Ormanı)	42.4	32.0	0.731
Saplı Meşe	65.0	-	0.690
Sapsız Meşe	69.0	45.0	0.690

Tablo 7: Janka Sertlik Denemesi Sonuçları

Table 7: The results of janka hardness tests

Özellikler Properties		Kesit Section	Ağaç No (Tree No)					Gen. Ort. General
			1	2	3	4	5	
Numunc sayısı Sample size	N		31	33	30	34	29	157
Aritmetik ortalama Arithmetic mean (N/mm ²)	x	Paralel	86.4	75.4	80.2	74.0	74.8	78.0
		Dik	66.2	51.4	56.7	56.0	53.0	56.6
Standart sapma Standard deviation	s	Paralel	5.66	10.24	8.49	5.88	7.84	8.98
		Dik	4.16	5.96	6.41	4.03	10.78	8.53
Varyans Varians	s ²	Paralel	32.08	104.86	72.03	34.60	61.52	80.66
		Dik	17.34	35.57	41.08	16.22	116.28	72.73
Varyasyon kat. Coef. of variation	V	Paralel	6.6	13.6	10.6	7.9	10.5	11.5
		Dik	6.3	11.6	11.3	7.2	20.3	15.1
Ortalama hata Average of error	s _r	Paralel	1.02	1.78	1.55	1.01	1.46	0.72
		Dik	0.75	1.04	1.17	0.69	2.00	0.68
Hata yüzdesi (0,95) Percent of error	p	Paralel	2.35	4.73	3.87	2.72	3.89	1.84
		Dik	2.26	4.04	4.13	2.47	7.56	2.41

Şekil 5, Janka sertlik değeri ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Buna göre gerek liflere paralel (enine kesit) ve gerekse liflere dik sertlik (yan sertlik: teğet ve radyal kesit sertlik değerlerinin ortalaması) değerleri ile tam kuru yoğunluk değerleri arasında doğrusal bir ilişki mevcut olup, yoğunluğun artmasına bağlı olarak sertlik değeri de artmaktadır. Korelasyon katsayıları, liflere paralel sertlik için 0.71 ve liflere dik sertlik için 0.83 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda yoğunluk ile sertlik arasındaki bu doğrusal ilişkilerin kuvvetli ilişkiler olduğu ve özellikle radyal ve teğet kesit sertliklerinin yoğunluk artışından nispeten daha fazla oranda etkilendikleri anlaşılmaktadır.



Şekil 5: Istranca meşesinde Janka sertlik değeri ile yoğunluk değeri arasındaki ilişki

Figure 5: The relation between the janka hardness and the density in Istranca oak

4. SONUÇ

Bölgede yer alan Istranca Meşesi meşçereleri 55-80 yaşları arasında olup oldukça genç yaşadılar. Çapları ise 25-38 cm. arasında değişmektedir (ERTAŞ, 1996). Bu gibi ağaçlarda enine kesitte genç odunun katılım oranı artabilir. Böylece genç odunun genel gövde hacmi içerisindeki katılım oranı çoğalabilir. Meşçereler tabakalı bir yapıda bulunmaktadır. Bu sebeple gövdeler az budaklı, silindirik, dolgun, kaliteli ve doğal dal budanması iyidir.

Herhangi bir ağaç türü odununun mekanik cinsten dış kuvvetlerin etkilerine karşı koyma derecesini, yani direnç özelliklerini etkileyen çok önemli iki faktör ağaç türü ve yoğunluktur. Yoğunluğu yüksek olan bir ağaç türünde birim hacimdeki hücre çeper maddesi miktarında, yani odun kitlesinde bir artış olacağından daha fazla miktarlardaki yüklemelere karşı koyabilecek ve direnç değerleri artacaktır. Nitekim Istranca meşesinde bu durum, Şekil 1,2,3,4 ve 5'te yoğunluk ile direnç değerleri arasında çizilen regresyon grafiklerinde görülmektedir. Hesaplanan korelasyon katsayıları da ilişkilerin kuvvetli ilişkiler olduğunu göstermektedir. Ayrıca anatomik yapı, ağacın yetiştiği coğrafi orijin, mevki, yetiştirme muhiti şartları (yükselti, eğim, bakı, su durumu, toprak, meşçere yapısı vb.), kimyasal bileşim, rutubet miktarı, ısı derecesi, çürük ya da sağlam oluşu, kusurlar, kuvvetin tesir yönü ile lifler arasındaki açığı da direnç özelliklerini etkileyen önemli faktörlerdir.

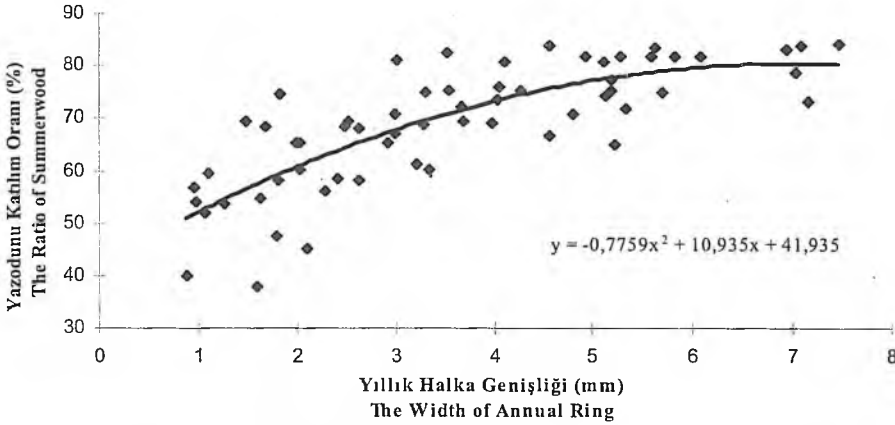
Janka sertlik değeri için yapılan regresyon analizi, Istranca meşesinde liflere dik yöndeki sertliğin, yoğunluk değişiminden liflere paralel yöndeki sertliğe nazaran daha fazla miktarda etkilendiğini göstermiştir. Ancak BERKEL (1970), genel anlamda liflere paralel yöndeki sertlik için yoğunluk artışının liflere dik yöndeki sertlikten daha önemli olduğunu belirtmektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ile yoğunluk arasındaki ilişki için hesaplanan korelasyon katsayıları, diğer dirençler için hesaplananlardan nispeten küçük bulunmuştur. Buna göre Istranca meşesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülünde yoğunluğa bağlı olarak artışın, diğer yüklemelere nazaran daha az miktarda olduğu söylenebilir. Ancak BERKEL (1970), genel anlamda eğilme direncinde yoğunluğa bağlı olarak artışın, basınç direncine nazaran daha fazla olduğunu belirtmektedir.

Demirköy yöresi Istranca meşeleri ile diğer meşe türlerinin direnç özellikleri kıyaslandığında, Bulgaristan'da yetişen Istranca meşelerinden daha yüksek direnç değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Hava kurusu yoğunluk değeri ise Bulgaristan'da yetişenlerden bir miktar daha düşük değerdedir. Makaslama direnci Türkiye'de yetişen diğer bazı meşe türlerinden daha düşüktür. Diğer direnç değerlerinde de farklılıklar mevcuttur. Kıyaslama yapılan meşe türlerinin hava kurusu yoğunlukları ise birbirine yakın değerlerdedir. Bu durumda, kıyaslama yapabilmek için yetiştirme muhiti faktörleri, anatomik ve kimyasal yapıları hakkında da veriye ihtiyaç vardır. Ancak bu veriler kıyaslama yapılan türler için mevcut değildir. Dolayısıyla türler arasındaki direnç farklılıklarının genetik faktörlerin yanı sıra, yetiştirme muhiti faktörleri, yıllık halka yapısı, yıllık halka içerisindeki yaz odunu katılım oranı, porözite, kimyasal ve anatomik yapı farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle anatomik yapı içerisinde traheler, lifler ve öz ışınlarının hangi oranlarda buldukları ve trahe ve liflerin çapları ve çeper kalınlıkları önemli bulunmaktadır.

Genel anlamda meşeler kayın, dişbudak, huş, ceviz, kestane, akasya vb. diğer bazı yapraklı ağaçlara göre nispeten yüksek yoğunlukta ve dolayısıyla yüksek dirençte oldukları için, genelde bu ağaç türü yüksek direnç özelliklerinin beklendiği yapı maksatlı kullanımlarda, binalarda, köprülerde taşıyıcı eleman olarak; başkaca karkas yapılarda ve çatmaların üretiminde değerlendirilmektedir. Ayrıca su içi inşaatlarda, maden direği, tel direği, çit direği, demiryolu traverslerinin üretiminde kullanılmışlardır. Bu gibi kullanım alanlarında geniş yıllık halkalı, yani

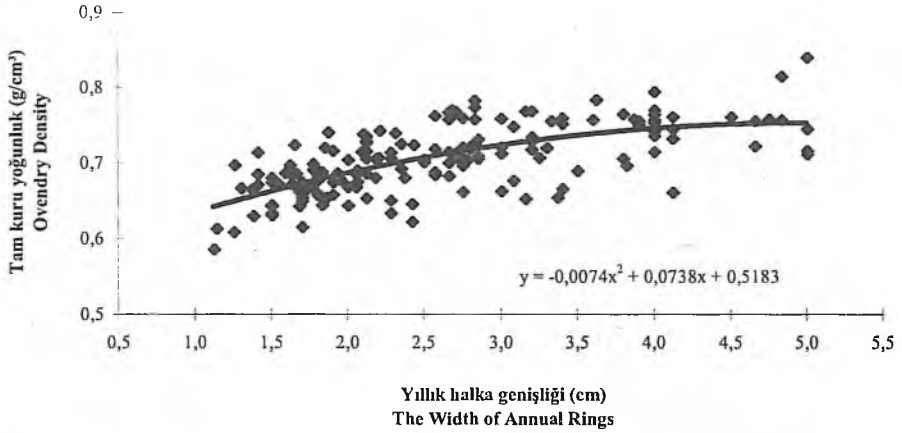
hızlı büyümüş meşe ağaçlarının tercih edilmesi direnç özelliklerini olumlu yönde artıracaktır. Zira halkalı traheli bir yapraklı ağaç olan meşede yıllık halka genişliği arttıkça, yıllık halka içerisindeki yaz odunu katılım miktarı artmaktadır. Yaz odunu tabakasında hücre lümenleri dar ve hücre çeperleri daha kalın olduğu için yoğunluk değeri de yükselmektedir. Şekil 6'da Istranca meşesinde yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki ve Şekil 7'de de yoğunluk ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki görülmektedir (DÜNDAR 1997). Bu çerçevede, özellikle geniş yıllık halkalara sahip Istranca Meşesi gövdeleri de bu gibi amaçlar için rahatlıkla değerlendirilebilecek niteliktedir. Özellikle yapı maksatlı kullanımlarda yapraklı ağaçlardan meşeler tercih edilmektedir.

Yüksek direncin arka planda kaldığı, homojen yapı, işlenme kolaylığı, dekoratiflik, boyut stabilitesi gibi özelliklerin önem kazandığı masif mobilya, parke, lambri, kesme kaplama gibi kullanım alanlarında Meşe ağacı yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu amaçlar için dar ve homojen yıllık halka yapısına ve sarı renkte oduna sahip meşeler tercih edilmelidir. Özellikle homojen büyümüş ve dar yıllık halka yapısına sahip meşe gövdeleri, kesme kaplama üretimi için oldukça kıymetli bir hammaddedir. Bu tip gövdeleri güney bakılarda ve düşük bonitelli ormanlarda bulmak mümkündür.



Şekil 6: Istranca Meşesinde yıllık halka genişliği ile yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki (DÜNDAR 1997)

Figure 6: The relation between width of annual ring and ratio of summer wood on Istranca oak (DÜNDAR 1997)



Şekil 7: Istranca Meşesinde tam kuru yoğunluk ile yıllık halka genişliği arasındaki ilişki (DÜNDAR 1997)

Figure 7: The relation between oven dry density and the width of annual rings on Istranca oak (DÜNDAR 1997)

Demirköy yöresi Istranca meşelerinde gövde içerisindeki öz odun katılım miktarı %82 olarak bulunmuştur (DÜNDAR 1997). Genç olan yaşlarına rağmen geniş bir öz odununa sahiptirler. Bu oranın ilerleyen yaşlarda daha da artacağı beklenmektedir. Özellikle öz odunda traheler içerisinde, Beyaz Meşelerin bir karakteristiği olarak tül oluşumu yaygın bir şekilde mevcuttur. Geniş öz odunu meşe gövdelerinin kullanım değerini artırmaktadır. Bir çok kullanım alanlarında (kesme kaplama, parke, lambri, masif mobilya, fiçı yapımı, toprak içi ve su içi inşaatlar vb.) dekoratiflik, sızdırmazlık, doğal dayanıklılık gibi nedenlerle öz odun kısmı tercih edilmektedir. Geniş bir öz oduna sahip olmaları ve öz odunda doğal dayanıklılıklarının yüksek olması nedeniyle açık hava koşullarına açık yerlerde, toprak içi inşaatlarda emprenye edilmeden öz odunundan faydalanılabilir. Ancak diri odunda doğal dayanıklılıkları düşük olduğu için açık hava koşullarında kullanılmaları durumunda diri odunda emprenye işlemine gereksinim vardır. Su içi inşaatlarda kullanılmaları durumunda da oyucu midye (*Terado novalis* ve *T. urticulus*) ve *Limnoria*'ların tahribatına karşı emprenye edilmiş olmalıdırlar (BERKEL/GÖKER 1974).

THE MECHANICAL PROPERTIES OF ISTRANCA OAK (*Quercus hartwissiana* Stev.) GROWN IN DEMIRKOY DISTRICT

Ar. Gör. Türker DÜNDAR

Abstract

In this study, some mechanical properties of Istranca oak (*Quercus hartwissiana* Stev.) wood were investigated. For this purpose, samples were prepared from 5 trees from the Macara region, Demirköy district, and studied for its mechanical properties.

According to the tests results, the compression strength parallel to grain was 65.3 N/mm², the static quality value 8.9, the bending strength 107.6 N/mm², the modulus of elasticity in bending 11056.1 N/mm², the impact bending strength 7.8 J/cm², the dynamic quality value 1.54, the shearing strength 8.7 N/mm². The Janka hardness parallel to grain and perpendicular to grain were 78 N/mm² and 56.6 N/mm², respectively.

1. INTRODUCTION

Oaks are one of the rare forest trees which can survive all kinds of natural effects for approximately 80-100 million years since their first appearance in geological ages until today. They can continue to live individually for hundreds of years. There are over 200 oak species, a lot of subspecies, varieties, and natural hybrids in the mild zones of the northern hemisphere. Turkey, with 18 native oak species, some subspecies and varieties having wide growing areas, has a quite important oak stock in the world. Istranca oak is one of the these species naturally grown in Turkey.

Almost in every region of Turkey including steppes, one or more oak taxons can be observed. When it is compared with the preceding years, although its distribution were quite limited with destructions, its total area has reached to 5.8 million hectares according to Anonymous data (1995).

Istranca oak, a white oak species, has smooth stems and is able to reach 35 m height. The general geographic distribution of Istranca oak is rather limited. It grows naturally in Istrancas of Bulgaria, Turkey, and Western Transcaucasia. In Turkey, this oak is present in Thrace, Northern Anatolia (West and East Blacksea forests), and also in small areas of Eastern Anatolia (Erzurum and Tunceli).

The aim of this study is to determine some physical properties of Istranca oak which has an important economical value for Turkey. Therefore, in the light of obtained data, the optimal utilization fields of this oak wood were suggested and also a contribution to the world forestry literature was done.

2. MATERIALS AND METHODS

Research materials were collected from Demirköy district. Geographic location of the district is in the intersection of 41°50' Northern latitude and 27°46' Eastern longitude in northern part of the Thrace Region. The research area was in valley bottom with 30 m altitude and 0% slope without any exposure. The soil type was loamy-clay with a pH between 6.6-7. In addition, it did not contain any sodium bicarbonate. The dense rooting depth was around 50 cm.

A 20×20 m field was chosen randomly in the site. In this field, after the diameter at breast height ($d_{1.30}$) of the trees were measured, and their arithmetic mean was calculated, 5 trees were selected according to average diameter at breast height. During the selection, extreme cases were avoided such as excessively knotty, containing reaction wood or slope of grain etc.

The standards used for tests are given below:

Compression strength parallel to grain	TS 2595 (1977)
Bending strength	TS 2474 (1976)
Modulus of elasticity in bending	TS 2478 (1976)
Impact bending	TS 2477 (1976)
Shearing strength parallel to grain	TS 3459 (1980)
Janka hardness	TS 2479 (1976)

In addition to these, the static and the dynamic quality values were calculated. The static quality value was calculated with the equation below:

$$I = \delta_{B//} / (100 \times D_{12})$$

where $\delta_{B//}$ is the compression strength parallel to grain in 12% moisture content (N/mm²) and D_{12} is the air dry (12%) density (g/cm³).

The dynamic quality value was calculated by the following equation:

$$I_d = a / D_{12}^2$$

where I_d is the impact bending strength (J/cm²).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Age of the Istranca oak stands in this district range between 55-80 and their diameters between 25-38 cm (ERTAŞ 1996). Since the stands had stratified structure, they had high quality stems.

According to the tests results, the average values were summarized below.

compression strength parallel to grain	: 65.3 N/mm ²
static quality value	: 8.9
bending strength	: 107.6 N/mm ²
modulus of elasticity in bending	: 11056.1 N/mm ²
impact bending strength	: 7.8 J/cm ²
dynamic quality value	: 1.5
shearing strength	: 8.7 N/mm ²
Janka hardness	
parallel to grain	: 78 N/mm ²
perpendicular to grain	: 56.6 N/mm ²

For the wood of a tree species the most important characteristic that influences strength properties is its density. At high density woods, strength properties are better than low density woods because of the increase in the amount of cell wall materials per unit volume. This fact has also been seen in regression models between density and strength values in figure 1,2,3,4 and 5. The calculated correlation coefficient also confirms the strong relationships.

The regression analysis made for the Janka hardness shows that, the hardness perpendicular to the grains is more effected from increasing density than the hardness parallel to the grain. Nevertheless, according to the regression analysis the bending strength and the modulus of elasticity in bending are less affected from increasing density than other strengths.

In general, because of their much relatively higher density and strength than some other hardwood trees such as beech, ash, birch, walnut, chestnut etc., oaks have been used widely in fields, where high strength and stiffness are important, for example; as loading materials in buildings and bridges, also in-water usage, mine props, fence post, railway sleepers. In using fields mentioned above, Istranca oak wood with wide annual ring, i.e. fast grown, should be preferred since it has better strength and stiffness properties. In Istranca oaks which are ringporous, if the width of annual rings increases, the ratio of summerwood increases (Figure 6), and since summerwood has more narrow lumens and thicker cell walls than those of springwood, density of summerwood is high (Figure 7). Thus it can be stated that the Istranca oaks which have wide annual rings are more resistant against mechanical forces.

In utilization fields such as slicing veneer, flooring, deck, solid furniture etc., where the strength and stiffness are less important, Istranca oak wood with narrow annual ring should be preferred since it has a more homogenous structure and it can be worked easily. Specially slicing veneer manufacturing is the most economical valued one, among the utilization fields of oaks.

In spite of young age, Istranca oak has a wide heartwood, which makes up average 82 percent of log volume (DÜNDAR 1997). The ratio of heartwood can be expected to increase more in its further ages. The wide heartwood increases the utilization value of oak. Due to its

texture, leak-resistant, natural durability, it is preferred in various fields such as slicing veneer, flooring, deck, solid furniture, barrel, in-soil and in-water usage. However, they should be preserved against the destruction of *Terado novalis*, *T. urticulus* and *Limnoria* (BERKEL/GÖKER 1974). Also since the sapwood does not have natural durability, it should be preserved against fungi and insects.

KAYNAKLAR

ANONYMOUS, 1995: Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Meşe Ormanları Envanter Bilgileri.

BERKEL, A., 1970: Ağaç Malzeme Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No: 147.

BERKEL, A., BOZKURT, A.Y., GÖKER, Y., 1969: Çeşitli Meşe Türlerimizin Kaplama Levhaları İmalî Bakımından Elverişliliği Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1430, O.F. Yayın No: 139.

BERKEL, A., GÖKER, Y., 1974: Belgrad Ormanı Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis* K. Koch.) nin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanış Olanakları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A Serisi, Cilt 24, Sayı 1.

BOZKURT, A.Y., GÖKER, Y., 1987: Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3445, O.F. Yayın No: 388.

DÜNDAR, T., 1997: Demirköy Yöresi Istranca Meşeleri (*Quercus hartwissiana* Stev.)'nin Teknolojik Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

ERTAŞ, A., 1996: *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi) in Silvikültürel Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.

GÜRSU, İ., 1966: Karabük Mıntukası Sapsız Meşelerinin Anatomik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, No:17.

SAATÇIOĞLU, F., 1967: Belgrad Ormanında Meşe Gençliğinin Biyolojisi ve Gençleştirme Problemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A Serisi, Cilt 17, Sayı 1, 57-89.

TS 2474, 1976: Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini.

TS 2477, 1976: Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini.

TS 2478, 1976: Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini.

TS 2479, 1976: Odunun Statik Sertliğinin Tayini.

TS 2595, 1977: Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini.

TS 3459, 1980: Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini.

YALTIRIK, F., 1984: Türkiye Meşeleri Teşhis Klavuzu, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, 1-64.