

**ADANA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ KARAIŞALI ORMAN İŞLETME  
MÜDÜRLÜĞÜ KIZILÇAM BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ**




**Alpaslan ÜNSAL**

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Mühendislik Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN  
Haziran 2007**

**KABUL:**

Alpaslan ÜNSAL tarafından hazırlanan “ADANA BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ KARAIŞALI ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ KIZILÇAM BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Mühendislik tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir. 22/06/2007

<u>Unvanı</u>	<u>Adı SOYADI</u>	<u>Kurumu</u>	<u>İmzası</u>
Başkan :	Prof. Dr. Nedim SARAÇOĞLU	(ZKÜ)	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Ali DURKAYA	(ZKÜ)	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Ahmet SIVACIOĞLU	(KÜ)	

**ONAY :**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 19.07.2007



Doç. Dr. Mustafa SÖZEN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **ÖZET**

### **Yüksek Mühendislik Tezi**

## **ADANA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ KARAIŞALI ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ KIZILÇAM BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ**

**Alpaslan ÜNSAL**

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı; Prof. Dr. Nedim SARAÇOĞLU**

**Haziran 2007, 51 sayfa**

Bu çalışmanın amacı Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü içerisindeki Kızılçam meşçerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesidir. Yaş ve fırın kurusu ağırlık tabloları için Adana Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 33 deneme alanı alınmıştır. Bu deneme alanları içinden de 33 deneme ağacı seçilmiş ve bu deneme ağaçlarının verilerinden yararlanılmıştır.

Çeşitli olgunluk devrelerinde, yetiştirme ortamı ve sıklık sınıfındaki meşçerelerden 0.04 ha (20x20 m) büyüklüğünde deneme alanları alınmıştır. Deneme alanlarından ağaçların göğüs çapları ve boyları ölçülmüştür. Her deneme alanında ortalama göğüs yüzeyine sahip olan ağaç deneme ağacı olarak alınmıştır.

Her bir bileşenin tahmini biyokütle tablolarının oluşturulabilmesi amacıyla aşağıda verilen eşitliklerden korelasyon katsayısının ve F istatistiğinin en büyük, standart hatasının en küçük olduğu yöntem en uygun yöntem olarak kabul edilmiştir.

## **ÖZET (devam ediyor)**

**Anahtar Sözcük :** Biyokütle, Kızılçam, Ağırlık Tablosu

**Bilim Kodu:** 502.03.01

## **ABSTRACT**

**M.Sc.Thesis**

### **Construction Of Biomass Tables Of Redpine In Karaisali Forest Administration In Adana Forest Regional Headquarter**

**Alpaslan ÜNSAL**

**Zonguldak Karaelmas University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Forestry Engineering**

**Thesis Arvisor: Prof. Dr. Nedim SARAÇOĞLU**

**June 2007, 51 pages**

The purpose of this study is to investigate the biomass redpine stands as single tree and in hecrates in Adana Forest Regional Headquarter. A total of 33 sample areas was choosen and done tree from each sample area was examined.

The sample distribution areas were choosen taking into consideration of different stand maturity classes, bonitet and density classes as 0.04 ha (20x20 m). Basal areas, heights and average crown diameters were measured. When choosing the sample tree from the sample plot, the tree representing avarage basal area of the stand was choosen. In order to construct each tree component biomass tables.

The highest correlation coefficient value and F statistics, and the lowest value of standart error was accepted for the best method.

**Key Words :** Biomass, Turkish Red Pine, Weight Table

**Science Code:** 502.03.01

## TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminde ve çalışmanın her aşamasında yardım ve önerilerinden faydalandığım değerli hocam Prof. Dr. Nedim SARAÇOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında büyük ilgi ve desteklerini gördüğüm, çalışmanın istatistik analizlerinin yapılmasında görüşlerini esirgemeyen çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Birsen DURKAYA'ya, Yrd. Doç. Dr. Ali DURKAYA'ya, Araş. Gör. Hüseyin ŞENSOY'a, şükranlarımı arz ederim.

Arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü teknik elemanlarına, yoğun çalışmalarım nedeniyle nisbeten az ilgilenebildiğim aileme anlayışından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL .....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
SİMGELER DİZİNİ .....	xi
BÖLÜM 1 GİRİŞ .....	1
1.1 BİYOKÜTLE ÇALIŞMALARIYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER .....	2
1.2 KIZILÇAMIN DOĞAL YAYILIŞI VE EKOLOJİSİ .....	5
1.2.1 Kızılçamın Doğal Yayılışı .....	5
1.2.2 Kızılçamın Yetiştirme Ortamı Özellikleri .....	7
1.2.2.1 Klimatik Faktörler .....	7
1.2.2.2 Edafik Faktörler .....	8
1.2.2.3 Biyotik Faktörler .....	8
1.2.3 Kızılçam Odununun Özellikleri .....	9
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOT .....	10
2.1 DENEME ALANLARI VE DENEME AĞAÇLARININ NİTELİKLERİ VE SEÇİMİ .....	11
2.1.1 Deneme Alanlarının Niteliklerinin Seçimi .....	11
2.1.2 Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi .....	13
2.2 LABORATUVARDA YAPILAN ÖLÇME VE SAPTAMALAR .....	13
2.3 SAYISAL DEĞERLERİN ELDE EDİLMESİ .....	14

## İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 3 BULGULAR.....	18
3.1 TEK AĞAÇ BİLEŞENLERİNİN YAŞ AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER.....	19
3.2 BİLEŞENLERİN HEKTARDAKİ YAŞ AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER.....	23
3.3 TEK AĞAÇ BİLEŞENLERİNİN FIRIN KURUSU AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	26
3.4 BİLEŞENLERİN HEKTARDAKİ FIRIN KURUSU AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER..	30
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER .....	32
KAYNAKLAR.....	37
EK AÇIKLAMALAR A.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	51

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>No</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
1.1	Kızılçamın Türkiye'deki yayılış alanları.....	6
2.1	Deneme Ağaçlarının Alındığı Yerlerin Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçindeki Dağılımı .....	10
2.2	Deneme alanlarının alındığı Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçinde Yeralan Kızılçam Meşcerelerinden Görünümler .....	11
3.1	Göğüs çapı ile gövde odunu yaş ağırlığı ilişkisi .....	20
3.2	Göğüs çapı ile dal odunu yaş ağırlık ilişkisi.....	20
3.3	Göğüs çapı ile ibre yaş ağırlığı ilişkisi .....	21
3.4	Göğüs çapı ile taç yaş ağırlığı ilişkisi .....	22
3.5	Göğüs çapı ile tüm ağaç yaş ağırlığı ilişkisi .....	22
3.6	Hektardaki gövde odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	23
3.7	Hektardaki dal odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	24
3.8	Hektardaki ibre yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	25
3.9	Hektardaki taç yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	25
3.10	Hektardaki tüm ağaç yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	26
3.11	Göğüs çapı ile gövde odunu fırın kurusu ağırlık ilişkisi .....	27
3.12	Göğüs çapı ile dal odunu fırın kurusu ağırlık ilişkisi .....	28
3.13	Göğüs çapı ile ibre fırın kurusu ağırlık ilişkisi .....	28
3.14	Göğüs çapı ile taç fırın kurusu ağırlığı ilişkisi .....	29
3.15	Göğüs çapı ile tüm ağaç fırın kurusu ağırlık ilişkisi .....	30
3.16	Hektardaki gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	31
3.17	Hektardaki dal odunu fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	32
3.18	Hektardaki ibre fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	32
3.19	Hektardaki taç fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	33
3.20	Hektardaki tüm ağaç fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi .....	34

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b><u>No</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
2.1	Deneme ağaçlarının alındığı yerlerin özellikleri .....	12
2.2	Örnek alan formu .....	15
2.3	Yaş ağırlık formu .....	16
2.4	Örnek ağaç formu .....	16
2.5	Kuru ağırlık formu .....	17

## SİMGELER DİZİNİ

CO <sub>2</sub>	: karbondioksit
d <sub>1,3</sub>	: Göğüs çapı
e	: e sabiti (2.71828)
ln	: doğal logaritma
m	: metre
m <sup>2</sup>	: metrekare
cm	: santimetre
cm <sup>2</sup>	: santimetrekare
cm <sup>3</sup>	: santimetreküp
kg	: kilogram
log	: logaritma
f	: düzeltme faktörü
F	: F istatistiği
R <sup>2</sup>	: regresyon katsayısı
Se	: hata varyansı
ha	: hektar
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
°C	: santigrad derece
D <sub>KA</sub>	: ağacın fırın kurusu dal ağırlığı
D <sub>ÖKA</sub>	: örneğin fırın kurusu dal ağırlığı
D <sub>YA</sub>	: ağacın yaş dal ağırlığı
Y <sub>YA</sub>	: ağacın yaş yaprak ağırlığı
D <sub>ÖYA</sub>	: örneğin yaş dal ağırlığı
Y <sub>ÖYA</sub>	: örneğin yaş yaprak ağırlığı
Y <sub>KA</sub>	: ağacın fırın kurusu yaprak ağırlığı
Y <sub>ÖKA</sub>	: örneğin fırın kurusu yaprak ağırlığı
T <sub>KA</sub>	: ağacın fırın kurusu taç ağırlığı

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Enerji insanların günlük hayatında en fazla ihtiyaç duydukları gereksinimlerden biridir. Kaynakları bakımından sınıflandırıldığında enerji, yenilenebilir ve yenilenemeyen olmak üzere iki ana başlık altında gruplandırılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek azalması ve bunun yanı sıra kullanımının çevre açısından da başta küresel ısınma ve sera gazı etkisi gibi bazı olumsuzluklar ortaya çıkarması; gözleri yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmiştir. Bu sebeple Avrupa Birliği içinde de biyokütleden elde edilen enerji kullanımının artırılmasına yönelik bir eğilim göze çarpmaktadır. Nitekim Avrupa Birliği 2010 yılına kadar toplam enerji tüketimi içinde yenilenebilir enerjinin payını %6'lardan %12'lere çıkarmayı hedeflemektedir (Başçetinçelik vd., 2004).

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynağı olarak önerilen kaynaklardan birisi orman biyokütlesidir. Ekonomik olmadığı için şimdiye kadar değerlendirilmeyen ağaç plantasyonları ve doğal meşcereler, yenilenebilir yeni enerji kaynakları olarak araştırılmaktadır (Alemdağ 1981). Biyokütle belirli büyüklükteki bir orman alanında ağaç ve ağaççık topluluğunun ağırlık olarak tanımlanmasıdır (Saraçoğlu, 1998). Birim alandaki biyolojik kütle, ağırlık olarak (kg veya ton) belirtilir. Bu ağırlık yaş ya da fırın kurusu ağırlık olabilir. Ancak fırın kurusu ağırlık olarak belirtmek daha objektif olmaktadır (Sun vd., 1980).

Biyokütle, yenilenebilir olmasının yanında, çevre açısından değerlendirildiğinde de diğer enerji kaynaklarına oranla daha az çevre sorununa neden olmaktadır (Arslan vd., 2007a). Biyokütleden elde edilen enerji kullanımında, fosil yakıtların tersine çevreye CO<sub>2</sub> eklenmemektedir (McKendry, 2002; Arslan vd., 2007b). Diğer yandan Türkiye'nin kırsal bölgelerinin en önemli enerji kaynağının da biyokütle olduğu belirtilmektedir (Balat, 2005).

Orman biyokütlesi terimi, bir orman ekosistemi içersindeki organizmaların miktarını kütle olarak açıklamaktır (Alemdağ, 1981). Uygun teknolojik imkanların sağlanması ile tüm ağacın hasat edilmesi; gövde, dal, yaprak, ibre, kök ve kütük gibi biyokütlenin değerlendirilmesi mümkündür (Saraçoğlu, 1988).

Enerji üretimi amaçlı olarak da orman biyokütlesinden yararlanılabilir. Ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen akkavak, titrek kavak, kızılbaş, kızılçam, fıstık çamı, meşe, dişbudak, karaçam, sedir ve servi gibi yerli türler alternatif enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan orman ağaçlarının, tüm yönleriyle değerlendirilebilmesi önemlidir. Ormanların en büyük biyokütle kaynağı olan ağaçların, yalnız odun varlığının bilinmesi yeterli olmayıp; ayrıca ekosistem araştırması ve orman ekosistemi içindeki biyolojik ilişkilerin açıklanmasında, ormanların toprak üstü ve toprak altı üretiminin de bilinmesi gerekmektedir (Saraçoğlu, 1998).

Bir ağaç ya da meşcerenin biyokütlesinin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için şimdiki ve gelecekteki kapasitelerinin tahmin edilmesi önemlidir (Alemdağ, 1981). Bu amaçla ağırlık tabloları düzenlenmektedir. Ağırlık tabloları kuru ve yaş ağırlık üzerinden düzenlenebilir. Ancak kuru ağırlık üzerinden düzenlenmesi bazı avantajları göz önüne alındığında uygulamada daha fazla tercih edilir (Saraçoğlu, 1998).

Meşcere ve ağaç biyokütlesinin hesaplanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunların belli başlıları orta ağaç yöntemi, alan yöntemi ve regresyon modelleme yöntemi olarak ifade edilebilir (Saraçoğlu, 2002).

Bu çalışmada Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü kızılçam meşcerelerinin orta ağaç yöntemi kullanılarak biyokütle tabloları düzenlenmiştir. Tablolardan elde edilecek bilgiler ile Adana-Karaisalı bölgesi kızılçam ormanlarının tek ağaç ve hektar yaş ve fırın kurusu ağırlık değerleri belirlenecektir.

## **1.1 BİYOKÜTLE ÇALIŞMALARIYLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

Orman biyokütlesi konusundaki çalışmalar değerlendirildiğinde bilim dünyasının 1970'li yılların ortalarından itibaren konuya yoğunlaştıkları göze çarpmaktadır. Bu tarihten önce

daha çok orman ağaçlarının hacimleri ile ilgili çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir (Saraçoğlu, 1988).

Doucet et al., (1976), Kanada'nın Ouebec eyaletinde çam (*Pinus banksiana* Lamb.) meşcerelerinde gövde odunu, gövde kabuğu, dal, ibre, kozalak ve toplam toprak üstü biyokütle kapasitelerini hesaplamışlardır. Yine Kanada'nın New Brunswick eyaletinin kuzey doğusunda MacLean and Wein (1976), birçok ağaç türünün oluşturduğu geniş alan üzerine yayılan ormanlarda toprak üstü biyokütle özelliklerini araştırmıştır.

Sun vd., (1976), stepe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde gövde, dal, ibre ve tüm ağacın yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını belirlemiştir. Alban et al., (1977), ABD'nin Minnesota eyaletinde çam, ladin ve titrek kavak meşcerelerinde toplam ağaç biyokütlesi ile besin maddesi özelliklerini araştırmışlardır.

Odewald ve Yaussy (1980), ABD'nin Virginia eyaletinde kırmızı meşe, beyaz meşe ve akçaağaçların gövde odunu yaş ve kuru ağırlık tablolarını düzenlemiştir. Crow and Laidly (1980), odunsu bitkilerin biyokütlelerinin belirlenmesi için kullanılacak modelleri tablolar halinde hazırlamışlardır. Sizuki and Tagawa (1983), Japonya'nın Ishigaki adasındaki mangrow ormanlarının biyokütle özelliklerini araştırmışlardır.

Saraçoğlu (1988), Kızılağaç biyokütle tablolarını, gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar ile tüm ağaç için, regresyon modelleri yöntemine göre, ülkemizde ilk örnek çalışma olarak düzenlemiştir. Durkaya, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Meşe meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (Durkaya, 1998). İkinci ise Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Kestane meşcerelerinin biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (İkinci, 2000).

Usoltsev ve Vanclay (1995), Kazakistan'ın step bölgelerinde farklı toprak türleri üzerinde gelişen doğal ve plantasyon Sarıçam meşcerelerinde biyokütle değişimlerini araştırmışlardır. Çalışmada gövde, kök ve yaprak biyokütlelerinin yaşa bağlı olarak değişimleri de belirlenmiştir. Weisgerber (1988), Federal Almanya'da şu anda ve gelecekteki kısa rotasyon periyotlarında hızlı büyüyen türlerin biyokütle üretiminin ne olacağı konusunda bir çalışma yapmıştır (Weisberger, 1988; Durkaya'dan 1998). Resh vd.,

(2003), Avustralya Tazmanya’da yetiştirme ortamı koşulları iyi olan ve farklı türler içeren okaliptüs plantasyonlarının kaba kök biyokütellerinin, ağaç yaşı, çapı, yetiştirme koşulları gibi bazı özelliklerine göre belirlenmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Fang et al., (1998), Çin’de 758 örnek alanda yaptıkları çalışmada biyokütle ve hacim ilişkisini kullanarak Çin’deki 1984-1988 envanter bilgilerine göre orman kütlelerini hesaplamışlardır. Sonuçta bölgesel, ulusal ve evrensel ölçüde tahmini biyokütle metodolojisi geliştirmişlerdir. Gerwing and Farias (2000), doğu amazon ormanlarında farklı yükseklikteki 3 ayrı meşcere yapısına ait en az 25 m<sup>2</sup> lik alanlarda yaptığı çalışmada toplam biyokütle değerini tahmin etmiştir. Elde ettikleri verileri yaprak alan indeksi (LAI) ile ilişkilendirerek çıkan sonuçları belirtmişlerdir.

Son zamanlarda gelişen teknoloji biyokütle hesaplamalarında da kullanılır olmuştur. Steininger (2000), uydu verilerinden yararlanarak Brezilya ve Bolivya’da yeni gelişen bazı meşcerelerin yer üstü biyokütellerini belirlemeye yönelik çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada arazi yüzeyinden alınan uydu görüntülerinden elde edilen veriler kullanılarak yeni gelişen meşcerelerin yapısal değişimleri ile yaş ve biyokütle arasındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır. Hall et al., (2006), Kanada’nın güneyinde yer alan Alberta ormanlarında yaptıkları çalışmada, uydu görüntü verisi (Landsat 7 ETM) kullanarak istatistiksel hesaplar doğrultusunda toplam biyokütle ve meşcere hacmi bilgilerine ulaşmışlardır. İbrel ve yapraklı meşcereye ait örnek alanlara ilişkin uydu görüntü verilerinin spektral yansımaları ile arazi çalışmaları sonucunda edinilen gerçek biyokütle ve hacim değerleri ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonucunda örnek meşcerelere ilişkin karbon stoku ve ekosistem verimliliği saptaması üzerine uzaktan algılama verilerinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Aynı şekilde Lefsky et al., (2005), evrensel karbon döngüsü içerisindeki ormanların önemini belirterek lazer yükseklik bilgisi sağlayan uydu verileri ya da LİDAR verilerinin karbon stokunun saptanmasındaki önemini gösteren bir çalışma yapmışlardır. Brezilya’nın tropik ormanlarında yaptıkları çalışmada meşcere yüksekliğini hesaplamışlar, örnek alanın biyokütle değerleri ile ilişkilendirmişlerdir. Muukkonen and Heiskanen (2006), Kuzey Finlandiya’da yaptıkları çalışmada farklı çözünürlüklere sahip ASTER ve MODİS uydu görüntüleri kullanarak regresyon modelleme yöntemiyle meşcere hacmi ve toplam biyokütle bilgilerine ulaşmışlardır.

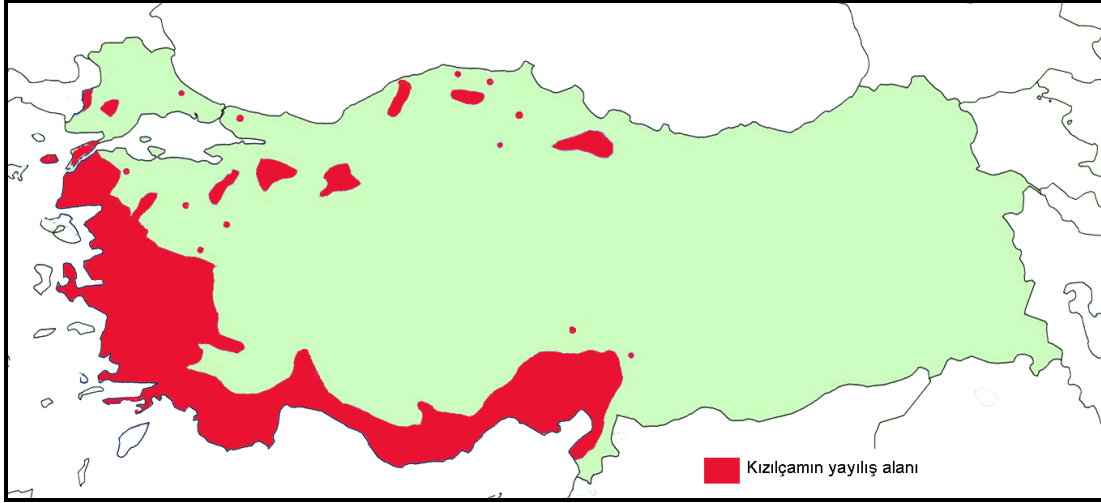
## 1.2 KIZILÇAMIN DOĞAL YAYILIŞI VE EKOLOJİSİ

### 1.2.1 Kızılçamın Doğal Yayılışı

Genel coğrafi yayılışı Doğu Akdeniz olan Kızılçam, en geniş yayılışını Türkiye’de yapmaktadır (Anşin, 1994). Ayrıca Türkiye’de kapsadığı 5.4 milyon hektarlık alanla, iğne yapraklı türler içinde en geniş yayılış yapan türü oluşturmaktadır (Anonim, 2006). Bu nedenle de bilimsel çevrelerde "*Turkish red pine*" olarak da adlandırılmaktadır (Boydak vd., 2006). Türkiye’de Marmara, Ege, Akdeniz bölgelerinde geniş alanlar boyunca yayılmakta; Karadeniz sahilleri boyunca da küçük topluluklar halinde görülebilmektedir. (Anşin, 1994).

Türkiye’de 100 ile 1500 m arasında kalan yükseltiler içinde yayılış gösteren kızılçam, genel olarak 750 m civarındaki yükseltilerde görülürken en fazla 1550 m yükseltiye ulaşmaktadır (Mirov, 1967). Genç’e göre Gölhisar civarlarında 1600 m yükseltide meşcere formunda görülebilmektedir (Genç, 2004). Şekil 1.1’de Türkiye’de kızılçamın yayılışı görülmektedir. Ülkemizde kızılçam ormanlarının yarısına yakını Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır. Büyük bölümü Toros dağlarının denize bakan yamaçlarında yoğunlaşmıştır (Neyişçi, 1987a). Adana, Mersin, Antalya, Hatay, Muğla kızılçamın yoğun olarak yer aldığı Akdeniz bölgesi illeridir (Boydak vd., 2006).

Kızılçam ikinci büyük yayılışını Ege Bölgesi’nde yapmaktadır. Alan olarak Türkiye’deki yayılışının yaklaşık % 40’ını bu bölgede gerçekleştirir. Ege Bölgesi’nde iç kesimlere kadar sokulabilen kızılçam; Uşak, Denizli ve Eskişehir’in batı taraflarında bol olarak görülmektedir (Neyişçi, 1987a).



Şekil 1.1 Kızılcāmın Türkiye'deki yayılış alanları (Critchfield and Little 1966'dan uyarlanmıştır).

Kızılcām ormanlarının yaklaşık %10'u Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Trakya Kuru Dağı, Biga yarımadasının batı bölümleri, Gelibolu Elikçi Dağı civarlarında kızılcām meşcereler halinde yer almaktadır (Neyişçi, 1987a). İstanbul Adaları'nda da doğal olarak yayılmaktadır (Boydak vd., 2006). Karadeniz Bölgesi'nin batı kıyılarında tek ve serpili yayılış gösterir. Sinop Ayancık'ta, Karabük-Yenice ormanlarında küçük topluluklar halinde ya da tek ağaç olarak görülmektedir (Neyişçi, 1987a). Karadeniz Bölgesi'nin doğu kısmında Kelkit vadisinde; iç kısımlarında da Devrez ve Gökırmak vadilerinde kızılcām meşcereleri yer almaktadır (Neyişçi 1987a, Boydak vd., 2006). (Kalay vd., 1993) kızılcāmın Kelkit vadisinde karışık meşcereler oluşturduğunu belirtmektedir. Güneydoğu Anadolu'da da Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman yörelerinde ve Dicle ırmağı vadisinde (Siirt - Eruh yöresinde lokal olarak) yayılışları bulunmaktadır (Atalay vd., 1998).

Kızılcām, Türkiye dışında diğer Doğu Akdeniz ülkelerinde de geniş yayılışlar gösterir. Yunanistan, Kıbrıs, Suriye, Ürdün, Lübnan ve Irak bu bölgeler arasındadır (Anşin ve Özkan, 1997). Bu ülkelerden Yunanistan'da (Athos dağı, Trakya'nın Türkiye sınırına yakın sahil kesimleri, Rodos, Girit, Sisam, Kos ve diğer bazı Ege adaları), Suriye'de (Alaoutes ve Baer-Bassit kıyı dağlıkları, Halep'in kuzeyindeki dağlar), Lübnan'da (Lübnan Dağı'nın batı yamaçları, özellikle Akkar bölgesi, orta ve güney Lübnan'ın Bkassine yöresi), Irak'ta (kuzey Irak'ta Zawita bölgesi), Kıbrıs'ta (kuzeyindeki sıra dağlar, Paphos ve Trodos bölgesi) kızılcāmın geniş yayılış gösterdiği yerler olarak belirtilmektedir. Ayrıca İtalya ve Hırvatistan'da da (Adriyatik sahilleri) geniş kızılcām meşcereleri yer almaktadır. Ancak

mevcut birey ya da meşcerelerinin doğallığı şüphe ile karşılanmaktadır. Kızılçamın alt türleri kabul edilen; subsp. *stankewiczii*, Kırım'ın güneydoğu kesimlerinde Soudak yakınlarındaki Cap Aya'da, -subsp. *elderica*, Azerbaycan'da Eller Oukhi masiflerinde Eldar çölü civarında, İran Azerbaycan'ında, Tebriz'den Hazar Denzine kadar olan bölgede, -subsp. *pithyusa* ise eski Sovyetler Birliği'nde Karadeniz'in kuzeydoğu kıyılarında Pitsunda civarında yayılış yapmaktadır (Boydak vd., 2006).

## **1.2.2 Kızılçamın Yetiştirme Ortamı Özellikleri**

Kızılçamın yetiştirme ortamı özellikleri iklimik, edafik ve biyotik faktörler olmak üzere 3 başlık altında değerlendirilmiştir.

### **1.2.2.1 İklimik Faktörler**

En büyük yayılışını Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde yapan kızılçam; genel olarak ısı ve ışık isteği fazla, rüzgâra karşı dayanıklılığı az olan bir türdür (Neyişçi, 1987b). Dona karşı hassas olan bir tür olmasına rağmen, doğal yayılış alanları içinde çok nadiren don vakası görülmektedir (Ata, 1995). Kızılçam genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi bölgelerinde yayılış göstermekte ve karasal iklimlerden kaçınmaktadır (Saatçioğlu ve Pamay, 1962).

Kızılçamın yayıldığı bölgelerde yağışların yıl içindeki dağılımı düzensiz olup, önemli bir kısmı kış aylarına rastlamaktadır (Atalay vd., 1998). Yıllık ortalama sıcaklık 10-25 °C arasında (Neyişçi, 1987b), yıllık ortalama yağış ise 400-2000 mm arasında değişmektedir (Boydak vd., 2006). Kızılçam yayılış alanlarında yükselti arttıkça yağışların yıl içindeki dağılımı daha dengeli bir hale kavuşmaktadır (Neyişçi, 1987b).

Kızılçam yayılışının sahil kuşağında, yıllık ortalama bağıl nem % 60 - 70 arasında olup, Akdeniz bölgesinin bazı yörelerinin bağıl nemi, yazın kış aylarına göre daha yüksektir (Boydak vd., 2006). Kızılçamın yayılış gösterdiği alanlarda kurutucu kuzey rüzgârlarının ilkbahar ve sonbaharda etkili olduğu dönemlerde bağıl nem % 0'a kadar düşebilmektedir (Neyişçi, 1987b). Kızılçamın doğal olarak yayıldığı bölgelerde genelde hakim rüzgâr yönü batı ve güneybatıdır (Neyişçi, 1987b). Rüzgâr kızılçamın gelişiminde önemli olan ve gelişimini etkileyen bir iklimik faktör olarak belirtilmektedir (Saatçioğlu, 1976).

### 1.2.2.2 Edafik Faktörler

Kızılçam son derece kanaatkâr bir tür olup çok değişik anataş ve toprak üzerinde yetişebilmektedir (Neyişçi, 1987b; Genç, 2004). Kireç taşı, marn, konglomera, serpantin, bazalt, peridodit, gnays kil şisti, mikaşist kızılçam yayılış alanlarının başlıca anataş türleri olarak sayılabilir. En iyi gelişimlerini killi şist, marn ve fliş üzerinde yapmaktadır (Boydak vd., 2006). Özdemir (1977), kızılçamın Antalya bölgesinde dokuz büyük toprak grubu üzerinde yayılış gösterdiğini saptamıştır. Kızılçam doğal yayılış alanlarında pH değeri 5.6-7.8 arasında değişen topraklar üzerinde bulunabilmektedir (Neyişçi, 1987b).

Kızılçam ormanlarında alçak rakımlarda ortalama olarak 1800 kg/ha/yıl, yüksek rakımlarda 1000 kg/ha/yıl civarında iğne yaprak dökülmektedir. Ölü örtü toprak yüzeyini örterek özellikle yaz aylarında önemli bir yalıtıcı olması bakımından önemlidir. Kızılçamın dökülen iğne yapraklarının gevşek olduğu, havalanmasının oldukça iyi ölü örtü oluşturduğu belirtilmektedir (Neyişçi, 1987b).

### 1.2.2.3 Biyotik Faktörler

Kızılçamda (*Pinus brutia*) kozalak ve tohum, tomurcuk, sürgün ve iğne yaprak ve de kabuk ve odun zararlıları olmak üzere birçok zararlılar mevcuttur. Bunlardan *Thaumetopoea pityocampa* (Çam keseböceği) kızılçamın en yaygın zararlılarından biridir. Generasyonu bir yıllıktır. Akdeniz iklimi ve bu iklimin etkisi altında kalan yörelerin tipik çam zararlısıdır. Bu böceğin yaptığı zarar özellikle gençlik ve ağaçlandırma alanlarında fidanların ölümüne dahi neden olmakta, çoğu kez de form bozukluğuna ve sekonder karakterli böceklerin fidanlara yerleşmesine sebep olmaktadır (Erdem, 1968).

*Rhyaciona bouliana* (Çam sürgün bükücü) Türkiye'deki çam ağaçlandırmalarının en önemli zararlılarından biridir. Kızılçamda da büyük zararı bulunmaktadır. Bu böceğin tırtılları tomurcukları delerek içine girer ve tomurcuğun iç kısmını oyarak zararlı olur. Bu şekilde zarar gören tomurcuklar ya kurur ya da postacı boynuzu denilen anormal oluşumlara sebep olurlar (Çanakçıoğlu, 1998). *Diprion pini* ve *Neodiprion sertifer* (İğne yaprak arıları), türleri kızılçamın iğne yapraklarında zarar yapar. Kemirdikleri iğne yaprakların orta kısmında bıraktıkları damarlar, kıvrılmış sarı kahverengi iplik ve yumaklar şeklinde görülür (Özkazanç, 1987).

*Orthotomicus erosus* (Akdeniz Çam Kabuk Böceği), normal şartlarda sekonder karakterli olan bu böcek; kurak, sıcak ve uzun yazların hüküm sürdüğü sığ topraklar üzerindeki kızılçam meşcereleri için her an tehlikeli bir zararlı olarak kabul edilmelidir. Su ekonomisi bozulmuş ağaçları tercih etmektedir. Zararlı ile tuzak ağaçları ve feromon tuzakları kurarak mücadele etmek mümkündür (Özkazanç vd., 1985). *Pissodes validirostis*, (Çam kozalak hortumlu böceği), yumurtadan çıkan tırtıllar kozalağın iç kısmını tahrip ederek gelişmesini önler (Özkazanç, 1987).

*Marchalina hellenica* (Çam pamuklu koşnili) kızılçamların öz suyunu emerek zarara yol açmaktadır. Fizyolojik olarak zayıf düşen kızılçamlar diğer böceklerin zararlarına da açık hale gelmektedir (Çanakçıoğlu, 1993). *Blastophagus minor* (Küçük Orman Bahçivanı) ve *Blastophagus piniperda* (Büyük Orman Bahçivanı) da kızılçamında aralarında bulunduğu çam alanlarının önemli zararlılarından. Ayrıca, *Dioryctria sylvestrella*, *Leucapsis pini*, *Cinara palaestinensis*, *Dioryctria mendacella* kızılçamda zarar yapan diğer türler olarak belirtilmektedir (Özkazanç, 1987).

### 1.2.3 Kızılçam Odununun Özellikleri

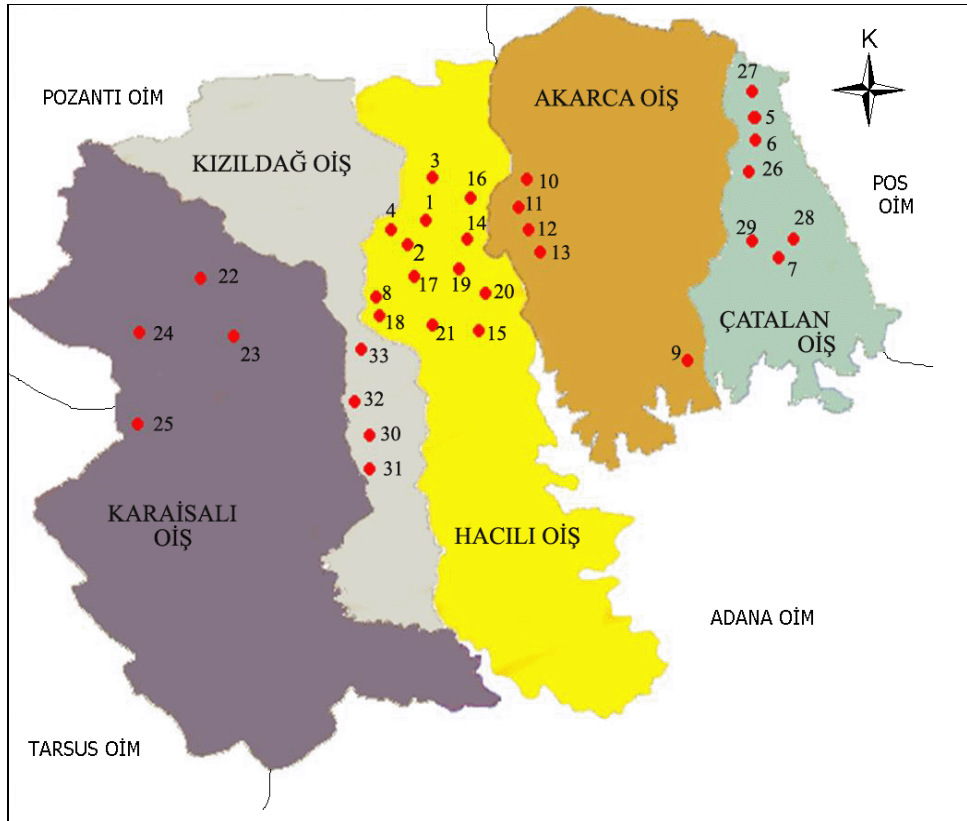
Kabuğu kalın ve derin yarıntılı, kırmızımsı kahverengi olan kızılçamın, makroskopik odun yapısına bakıldığında diri odunu kırmızımsı beyaz, öz odunu kırmızımtırak kahverengidir. Reçine kanalları yıllık halkaların içerisinde dağınık vaziyette noktalar halindedir. Enine kesitte yaz odunu tabakası yıllık halka içerisinde çok az bir yer kaplar. Radyal kesitte ise, traheidler arasında bordürlü geçitler yer almaktadır. Teğetsel kesitte özışınları tek sıralı, yatık reçine kanalı ihtiva eden özışınları ise birkaç sıralıdır. Traheidlerin teğetsel çeperlerinde bordürlü geçitlere rastlanmaz. Özışını paranzim hücreleri çok miktarda basit geçitler ihtiva eder. (Erten ve Önal, 1987).

Odununun çok çeşitli kullanım alanlarına uygun olması nedeniyle kızılçam tesis değeri yüksek olan bir türdür (Ürgenç, 1998). Ambalaj sanayinde ve travers olarak kullanılmaktadır (Anşin, 1994). Kağıt endüstrisi için elverişli özellikleri olup (Bektaş vd., 1999), ara hasılat ürünleri bile teknolojik bakımdan kağıt endüstrisi için uygun özellikler taşımaktadır (Göksel ve Özden, 1993). Saf kızılçam odunu kullanılarak üretilen yonga levhalardan iyi sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir (Göker vd., 1993).

## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE YÖNTEM

Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan bölgede değişik yükseklik, bakı, eğim özelliğindeki saf ve doğal kızılçam meşçerelerinde deneme alanları alınmış ve bu deneme alanlarının göğüs yüzeyi aritmetik orta ağaçları seçilerek gerekli ölçüm ve saptamalar yapılmıştır. Deneme alanları 240 m ile 1120 m arasındaki rakımlardan seçilmiştir. 0-240 m arası rakımlarda istenilen kapalılıkta doğal kızılçam meşçereleri az miktarda olduğundan ve bölge genelini doğru bir şekilde yansıtmayacağından, bu rakımlar arasından deneme alanı alınmamıştır. Deneme alanlarının Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki dağılımı Şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1 Deneme Ağaçlarının Alındığı Yerlerin Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçindeki Dağılımı.

Deneme alanları seçiminde ve ölçümünde Orta Ağaç Yöntemi uygulanmıştır (Saraçoğlu, 1992; Sun vd., 1980). Deneme alanlarında ortalama göğüs yüzeyine sahip olan ağacın aynı zamanda da ortalama kütle ağırlığına sahip olacağı varsayımı kabul edilmiştir. Deneme alanlarına ait fotoğraflar Şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2 Deneme Alanlarının Alındığı Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçinde Yeralan Kızılcım Meşcerelerinden Görünümler.

Biyokütle tablolarının düzenlenmesinde matematiksel yaklaşım kullanılmış, denklem katsayılarının hesaplanmasında ise en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır.

## **2.1 DENEME ALANLARI VE DENEME AĞAÇLARININ NİTELİKLERİ VE SEÇİMİ**

### **2.1.1 Deneme Alanlarının Niteliklerinin Seçimi**

Biyokütle tablolarının düzenlenebilmesi için çeşitli gelişim çağlarında, değişik yetiştirme ortamı ve kapalılık derecelerinde, müdahale görmemiş saf kızılçam meşcereleri ele alınmıştır. Bu amaç için 0,04 ha (20x20 m) büyüklüğünde deneme alanları kullanılmıştır

(Sun vd., 1976; Sun vd., 1980; Saraçoğlu, 1992). Deneme alanlarının arazideki dağılımları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Deneme ağaçlarının alındığı yerlerin özellikleri.

Deneme Alanı No	Bölme No	İşletme Şekli	Bonitet	Meşçere Tipi	Ağaç Çapı (cm)	Boy (m)	Eğim (%)	Bakı	Koordinat (y/x)	Rakım (m)
1	90	Hacılı	I	Çzcd3	27	18,50	65	Güney	691865 4136577	550
2	101	Hacılı	II	Çzd2	41	17,10	20	Güney Doğu	689942 4135538	610
3	80	Hacılı	II	Çzcd3	26	15,00	20	Doğu	691973 4137510	390
4	86	Hacılı	II	Çzc3	19	13,00	65	Güney	689832 4135979	580
5	118	Hacılı	II	Çzcd2	24	15,60	40	Güney	688712 4133985	310
6	297	Akarca	II	Çzc3	30	12,60	25	Güney Batu	704974 4129307	220
7	128	Çatalan	II	Çzcd2	34	17,00	20	Güney Batu	711655 4135958	400
8	13	Çatalan	I	Çzcd3	50	21,00	50	Doğu	707630 4145940	1040
9	12	Çatalan	II	Çzbc3	30	14,60	30	Batu	707579 4145961	1050
10	165	Akarca	II	Çzcd3	44	18,10	50	Kuzey Batu	698646 4138137	460
11	165	Akarca	III	Çzcd3	46	21,40	40	Batu	698435 4137951	480
12	164	Akarca	II	Çzcd3	38	21,70	40	Kuzey Batu	698344 4137587	440
13	163	Akarca	II	Çzcd3	36	19,60	70	Kuzey	697756 4137392	450
14	112	Hacılı	II	Çzab3	14	9,00	45	Kuzey Doğu	694405 4135361	350
15	131	Hacılı	II	Çzbc2	11	8,00	35	Doğu	695322 4132677	240
16	96	Hacılı	II	Çzab3	16	9,30	25	Doğu	693930 4135503	340
17	104	Hacılı	II	Çzc3	18	13,00	20	Güney	690529 4135013	510
18	120	Hacılı	I	Çzc3	22	13,30	50	Güney Batu	689075 4133013	340
19	133	Hacılı	III	Çzbc3	19	11,40	20	Güney Batu	694811 4134266	490
20	132	Hacılı	II	Çzc3	20	13,10	35	Batu	694541 4133518	410
21	109	Hacılı	II	Çzc3	30	19,30	40	Kuzey Batu	692611 4133752	520
22	159	Karaisalı	II	Çzc3	34	19,00	30	Doğu	679629 4131761	540
23	160	Karaisalı	II	Çzc3	32	17,00	25	Güney	679372 4131718	550
24	160	Karaisalı	II	Çzc3	30	16,00	20	Güney Doğu	679625 4131382	470
25	156	Karaisalı	II	Çzc3	22	15,00	45	Kuzey	679068 4131309	500
26	13	Çatalan	II	Çzcd3	52	21,00	20	Doğu	707613 4145867	1050
27	6	Çatalan	II	Çzcd3	48	17,00	65	Kuzey Batu	707581 4147179	1120

Çizelge 2.1 (devam ediyor).

28	79	Çatalan	II	Çzcd3	42	27,00	45	Kuzey Batı	710720 4138469	480
29	98	Çatalan	II	Çzcd2	25	15,00	20	Kuzey Batı	710172 4138577	550
30	171	Kızıldağ	II	Çzc3	22	13,00	10	Güney	687754 4128379	330
31	171	Kızıldağ	II	Çzcd3	28	19,00	25	Doğu	687490 4127580	240
32	167	Kızıldağ	II	Çza	8	6,00	20	Güney Doğu	687791 4130429	390
33	160	Kızıldağ	I	Çzb3	10	8,00	20	Kuzey Doğu	687773 4130504	380

### 2.1.2 Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi

Deneme alanlarında göğüs çapları ölçülen ağaçların göğüs yüzeyleri hesaplanmış, toplam ağaç sayısına bölünerek ortalama göğüs yüzeyi belirlenmiştir. Bu değere eşit ya da en yakın göğüs yüzeyine sahip ağaç, deneme ağacı olarak alınmıştır. Çizelge 2.2’de deneme ağaçlarına ait bilgilerin işlendiği örnek alan formu görülmektedir. Deneme ağaçlarının canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli, sağlıklı bir görünüm göstermesine özen gösterilmiştir. Deneme ağaçları yerden 30 cm yükseklikten kesilmiştir. Kesilen ağaçların boyu en alttaki yeşil ve kuru dala kadar olan taç boyları, ortalama taç çapı, ağaç yaşı, taçı oluşturan dalların sayısı, taçın alt, orta ve üst bölümlerinde yer alan üç dalın kalınlıklarına ilişkin ölçümler yapılmıştır. Daha sonra kesilmiş deneme ağacının dalları gövdesinden ayrılmış, taçın alt, orta ve üst bölümlerindeki dallar ayrı ayrı kümelendirilmiştir. Kuru dallara da benzer işlemler uygulanmıştır. Dal kümelerinden yeteri kadar örnek dallar alınmış, dallar yapraklarından ayrılmış ve dal ile yaprak ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır. Gövde kalın ucundan itibaren 2.05 m’lik seksiyonlara ayrılmış ve bu seksiyonların orta kısımlarından 5 cm kalınlığında örnek kesitler alınmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 2.3 ve 2.4’te görülen yaş ağırlık ve örnek ağaç formuna işlenmiştir. Her seksiyonun ve her kesitin yaş ağırlıkları tartılmıştır. Deneme ağaçlarının alındığı yerlere ait çeşitli bilgiler Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

### 2.2 LABORATUVARDA YAPILAN ÖLÇME VE SAPTAMALAR

Deneme alanlarında yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenen gövde, dal ve yaprak örnekleri polietilen torbalara konularak laboratuara getirilmiştir. Örneklerin kuru ağırlıklarının

belirlenebilmesi için, kurutma fırınında  $105 \pm 3$  °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tam kuru hale getirilen örnekler kurutma fırınından alınıp soğuyuncaya kadar desikatörde tutulmuş ve daha sonra tam kuru ağırlığı belirlenerek Çizelge 2.5'e yazılmıştır.

### 2.3 SAYISAL DEĞERLERİN ELDE EDİLMESİ

Tek ağacın bileşenlerine ilişkin örneklerin fırın kuru ağırlıkları saptandıktan sonra, aynı bileşenlerin tümüne ilişkin kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun için aşağıdaki işlemler yürütülmüştür.

Gövde fırın kuru ağırlığının hesaplanması;

$Z_i = i$ . Ağacın fırın kuru gövde ağırlığı (kg)

$$Z_i = \sum_{j=1}^n \left( S \frac{R}{A} \right)_{ij} \quad (2.1)$$

$S_{ij} = i$ . ağacın j. kesitine ilişkin örnek fırın kuru ağırlığı (kg)

$R_{ij} = i$ . ağacın j. kesitinin yaş ağırlığı (kg)

$A_{ij} = i$ . ağacın j. kesitine ilişkin örnek yaş ağırlığı (kg)

( $i = 1, 2, 3, \dots, 32$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ;  $n =$  tek ağaçtaki kesit sayısı (Saraçoğlu, 1992).

Dal, yaprak ve taç fırın kuru ağırlıklarının hesaplanması;

$$(D_{KA})_i = (D_{ÖKA})_i \frac{(D_{YA})_i + (Y_{YA})_i}{(D_{ÖYA})_i + (Y_{ÖYA})_i} \quad (2.2)$$

$(D_{KA})_i = i$ . ağacın fırın kuru dal ağırlığı (kg)

$(D_{ÖKA})_i = i$ . ağaca ilişkin örneğin fırın kuru dal ağırlığı (kg)

$(D_{YA})_i = i$ . ağacın yaş dal ağırlığı (kg)

$(Y_{YA})_i = i$ . ağacın yaş yaprak ağırlığı (kg)

$(D_{ÖYA})_i = i$ . ağaca ilişkin örnek yaş dal ağırlığı (kg)

$(Y_{ÖYA})_i = i$ . ağaca ilişkin örnek yaş yaprak ağırlığı (kg)

$$(Y_{KA})_i = (Y_{ÖKA})_i \frac{(D_{YA})_i + (Y_{YA})_i}{(D_{ÖYA})_i + (Y_{ÖYA})_i} \quad (2.3)$$

$(Y_{KA})_i$  = i. ağacın fırın kurusu yaprak ağırlığı (kg)

$(Y_{ÖKA})_i$  = i. ağaca ilişkin örnek fırın kurusu yaprak ağırlığı (kg)

Diğer simgeler 2.2 bağıntısında açıklanmıştır.

Dal ve yaprak fırın kurusu ağırlıkları saptandıktan sonra, taç fırın kurusu ağırlığı, bu iki değer toplamı olarak işlemlerde kullanılmıştır.

$$(T_{KA})_i = (D_{KA})_i + (Y_{KA})_i \quad (2.4)$$

$(T_{KA})_i$  = i. ağacın fırın kurusu taç ağırlığı (kg)

Diğer iki simge 2.2 ve 2.3 bağıntılarında açıklanmıştır.

Çizelge 2.2 Örnek Alan Formu.

Seri Adı :				Alanı :		
Bölme No :				Ağaç Türü :		
Eğim :				Ortalama Yaş :		
Bakı :				Kapalılık :		
Denizden Yükseklik :				Bonitet :		
Örnek Alan No	Ağaç No	1.30 Çapı (cm)	Ağaç Boyu (m)	Ortalama Taç Çapı (m)	Taç Boyu (m)	Göğüs Yüzeyi (cm <sup>2</sup> )
1	2	3	4	5	6	7
Ağaç Sayısı :				Toplam Göğüs Yüzeyi :		
Ölçmeyi Yapan :				Ölçme Tarihi :		

Çizelge 2.3 Yaş Ağırlık Formu.

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	GÖVDE			TAÇ		
		2.05 m	Yaş Ağırlık (kg)		Yaş Ağırlık (kg)		
		Seksiyon	Seksiyon	Örnek	Dal+Yap.	Dal Örn.	Yap. Örn.
1	2	3	4	5	6	7	8
		I					
		II					
		III					
		IV					
		V					
		VI					
		VII					
		VIII					
		IX					
		X					
GÖVDENİN TOPLAM YAŞ AĞIRLIĞI (kg)							
TACIN TOPLAM YAŞ AĞIRLIĞI (kg)							
AĞACIN TOPLAM YAŞ AĞIRLIĞI (kg)							
Ölçmeyi Yapan :					Ölçme Tarihi:		

Çizelge 2.4 Örnek Ağaç Formu.

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Ağaç Yaşı	1.30 Çapı (cm)	Ağaç Boyu (m)	D <sub>2</sub> H (cm <sup>3</sup> )	Kabuklu Gövde Hacmi (cm <sup>3</sup> )	Ort. Taç Çapı (m)	Taç Boyu (m)	Taç Hacmi (m)	Dal Sayısı
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ölçmeyi Yapan:					Ölçme Tarihi:					

Çizelge 2.5 Kuru Ağırlık Formu.

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	GÖVDE			Doğal Kuru Dallar	TAÇ			
		2.05 m Seksiyon	Kuru Ağırlık (kg) Örnek Seksiyon			Kuru Ağırlık (kg)			
			Dal Ör.	Yap. Ör.		Dal	Yaprak		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		I							
		II							
		III							
		IV							
		V							
		VI							
		VII							
		VIII							
		IX							
		X							
TACIN TOPLAM KURU AĞIRLIĞI (kg)									
GÖVDENİN TOPLAM KURU AĞIRLIĞI (kg)									
AĞACIN TOPLAM KURU AĞIRLIĞI (kg)									
Ölçmeyi Yapan:						Ölçme Tarihi:			

## BÖLÜM 3

### BULGULAR

Hesaplanan tek ağacın yaş-kuru ağırlığı ve hektardaki ağaçların yaş-kuru ağırlıkları, çapları ile ilişkilendirilerek regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analizi sonucu elde edilen serpilme diyagramlarından ilişkilerin doğrusal olduğuna karar verilmiştir. Regresyonun en uygun denkleminin bulunmasında her bir bileşen için altı formül denenmiştir. Bu formüller arasında regresyon katsayısı ve F değeri en büyük, standart hatası en küçük olanının en uygun regresyon formülü olduğuna karar verilmiştir. Denemeye alınan altı formül aşağıdaki gibidir.

$$Y= a+b(d_{1,3})+c(d_{1,3})^2 \quad (3.1)$$

$$Y= a+b(d_{1,3}) \quad (3.2)$$

$$Y= a+b(d_{1,3})^2 \quad (3.3)$$

$$Y= a+b\text{Log}(d_{1,3}) \quad (3.4)$$

$$\text{Log}Y=a+ b\text{Log}(d_{1,3}) \quad (3.5)$$

$$\text{Log}Y= a+b(d_{1,3})+c(d_{1,3})^2 \quad (3.6)$$

Meyer'e (1941) atfen Alemdağ'ın (1962) bildirdiğine göre çap veya çap-boy kullanılarak hacim hesaplanmasında logaritmik ifadelerin kullanılması sistematik hatalara sebep olabilmektedir. Bunun sebebi logaritmik olarak hesaplanan hacmin, % 1-2 oranında gerçek hacimden küçük olmasıdır. Bu hatanın giderilmesi için f düzeltme faktörü hesaplanmış ve denklemlerde kullanılmıştır. Denenen logaritmik değerlerde düzeltme faktörü;

$$f = e^{1.1513 (Se)^2} \quad (3.7)$$

şeklindedir.

### **3.1 TEK AĞAÇ BİLEŞENLERİNİN YAŞ AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

Bu ilişkilerin matematiksel eşitliklerinin saptanabilmesi için, tek ağaç bileşenlerine ilişkin yaş ağırlıklar göğüs yüzeyleri orta ağaçlarının çap değerleri ile birlikte eksnlere taşınmıştır. Bu değerlerin eksnler üzerindeki dağılımlarını en iyi yansıtan model aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\text{Log}Y = a + b \text{Log}(d_{1,3}) \quad (3.5)$$

Y = Ağacın Gövde, Dal, İbre ve Taç Yaş Ağırlığı (kg)

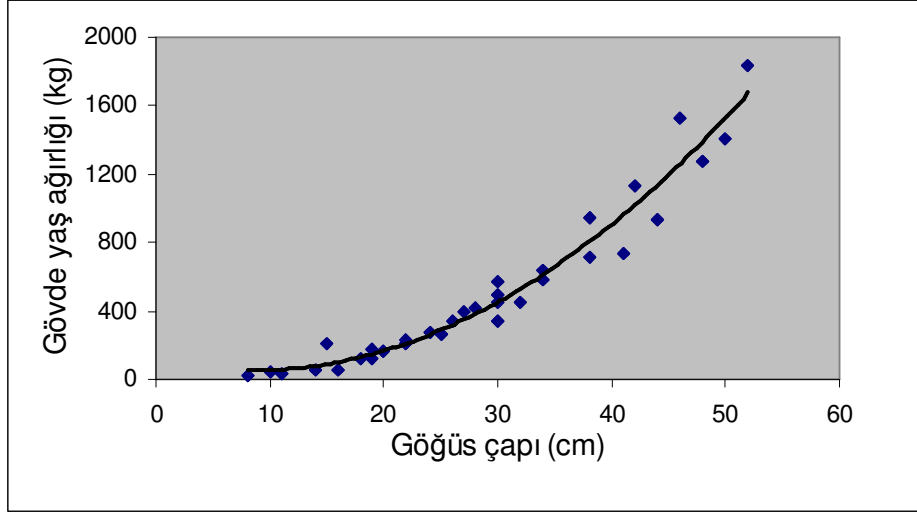
( $d_{1,3}$ ) = Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı (cm)

Çap ile tek ağaç bileşenlerinden gövde yaş ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi;

$$\ln(\text{gövde}) = -1,94269 + 2,366779 \ln(d) \quad (3.8)$$

$$R^2 = 0.96, F = 697.3, Se = 0.24, f = 1.070$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile gövde odunu yaş ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.1'de görülmektedir.



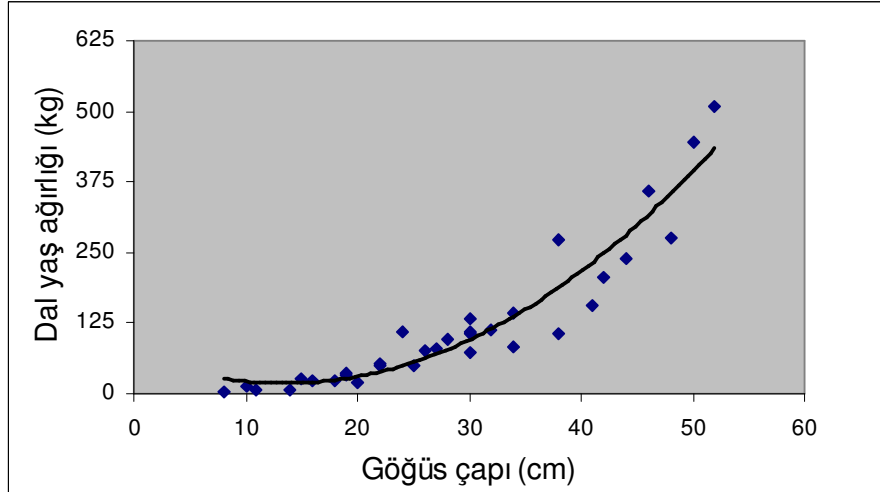
Şekil 3.1 Göğüs çapı ile gövde odunu yaş ağırlığı ilişkisi.

Çap ile dal yaş ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{dal}) = -3,64273 + 2,425347 \ln(d) \quad (3.9)$$

$$R^2 = 0.93, \quad F = 442.52, \quad Se = 0.31, \quad f = 1.118$$

şeklinde. Çap ile dal odunu yaş ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.2’de görülmektedir.



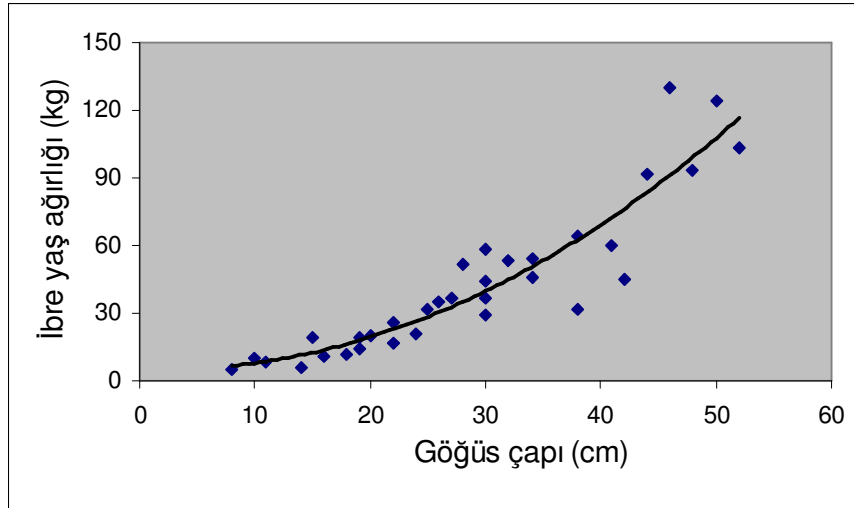
Şekil 3.2 Göğüs çapı ile dal odunu yaş ağırlık ilişkisi.

Çap ile ibre yaş ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{ibre}) = -2,05392 + 1,688159 \ln(d) \quad (3.10)$$

$$R^2 = 0.88, \quad F = 244.58, \quad Se = 0.292, \quad f = 1.103$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile ibre yaş ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.3'te görülmektedir.



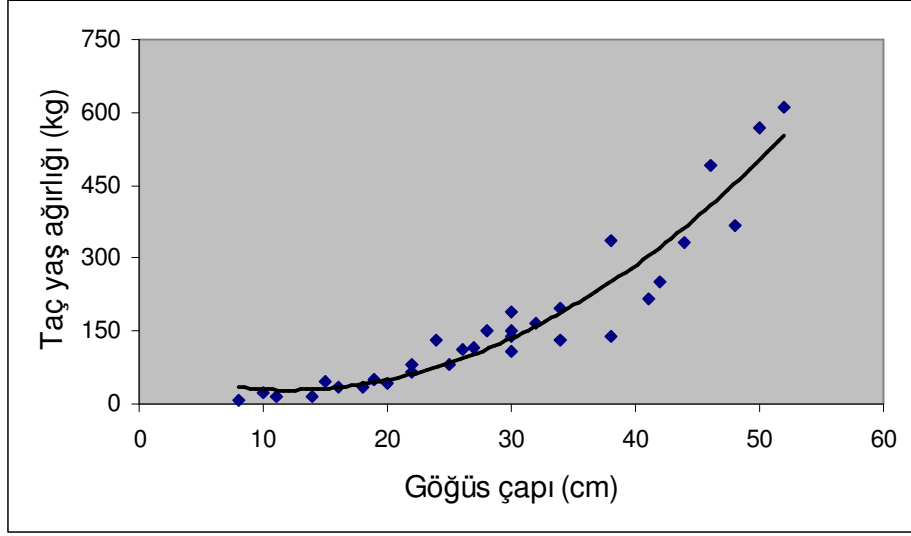
Şekil 3.3 Göğüs çapı ile ibre yaş ağırlığı ilişkisi.

Çap ile taç yaş ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{taç}) = -2,42598 + 2,171153 \ln(d) \quad (3.11)$$

$$R^2 = 0.94, \quad F = 449.5, \quad Se = 0.27, \quad f = 1.092$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile taç yaş ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.4'te görülmektedir.

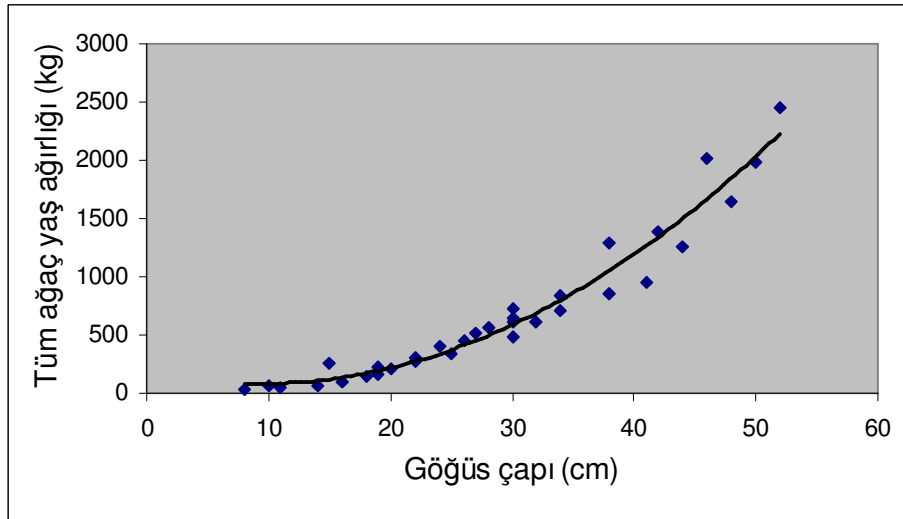


Şekil 3.4 Göğüs çapı ile taç yaş ağırlığı ilişkisi.

Tüm ağaç içinde aynı denklem en uygun sonucu vermiştir. Denklem;

$$\ln(\text{tümağaç}) = -1,47292 + 2,311275 \ln(d) \quad (3.12)$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile tüm ağaç yaş ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5 Göğüs çapı ile tüm ağaç yaş ağırlığı ilişkisi.

Tüm ağaç yaş ağırlığı ve çap arasındaki regresyon katsayısı  $R^2 = 0.96$ ,  $F=779$ ,  $Se = 0.223$ ,  $f=1.059$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre tüm ağaç yaş ağırlığı ile çap arasında kuvvetli

artan doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Yani, % 96 oranında çap (x) tüm ağaç yaş ağırlığını (Y) belirlemektedir. Diğer bir ifadeyle % 4 oranında tüm ağaç ağırlığını başka faktörler etkilemektedir.

### 3.2 BİLEŞENLERİN HEKTARDAKİ YAŞ AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Deneme alanının bir bileşenine ilişkin toplam yaş ağırlıkları hesaplandıktan sonra bulunan değerler hektara çevrilmiştir. Herhangi bir bileşenin hektardaki ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapları eksenlere taşınmıştır. Bu değerlerin eksenler üzerindeki görüntüsünü en iyi yansıtan model aşağıdaki gibidir.

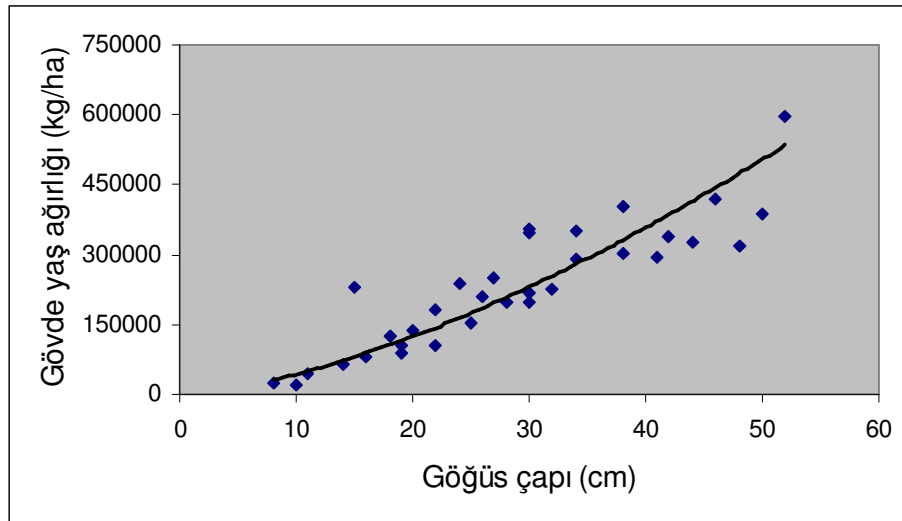
$$\text{Log}Y=a+ b\text{Log}(d_{1,3}) \quad (3.5)$$

Hektardaki gövde odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi;

$$\ln(\text{gövde}) = 7,14334627 + 1,53034597 \ln(d) \quad (3.13)$$

$$R^2= 0.85, F= 174, Se = 0.313, f = 119$$

şeklinde. Hektarda gövde odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.6'da görülmektedir.



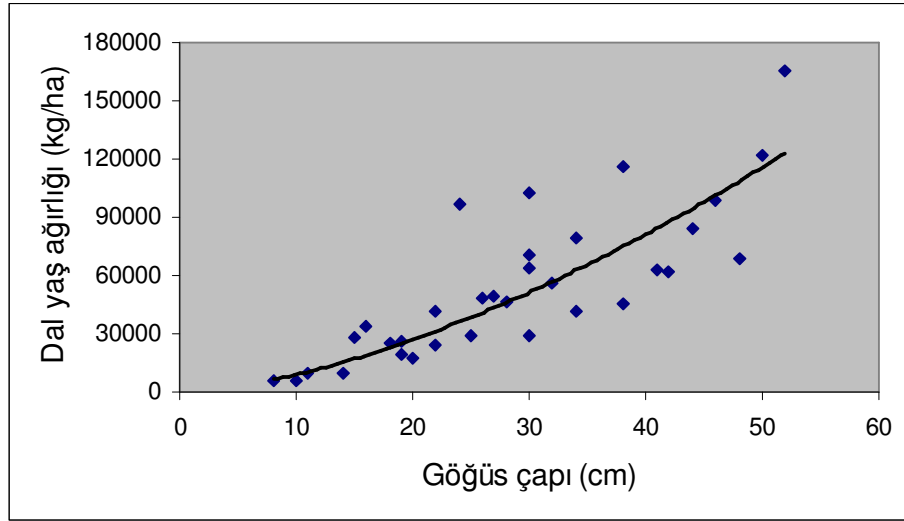
Şekil 3.6 Hektardaki gövde odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Çap ile hektardaki dal yaş ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{dal}) = 5,443421 + 1,5889144 \ln(d) \quad (3.14)$$

$$R^2 = 0.80, \quad F = 122, \quad Se = 0.39, \quad f = 1.190$$

şeklindedir. Hektarda dal odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.7’de görülmektedir.



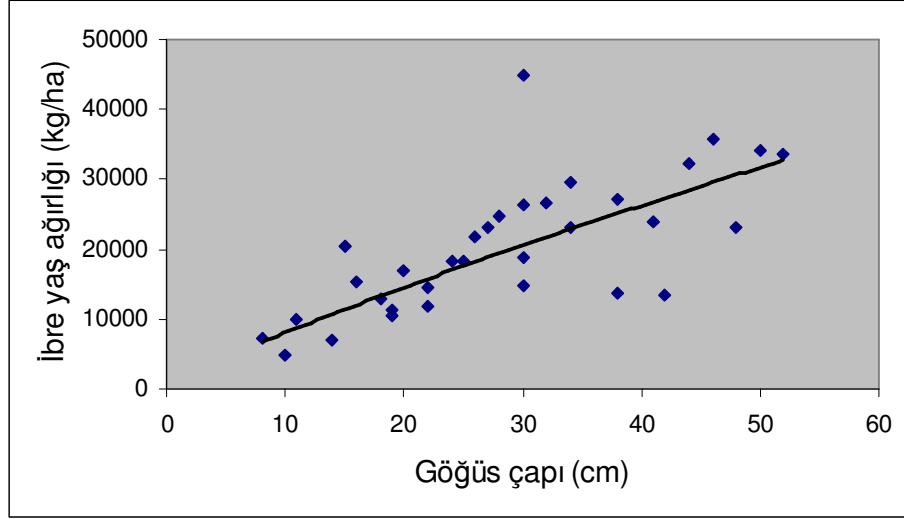
Şekil 3.7 Hektardaki dal odunu yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektarda ibre yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{ibre}) = 7,032233 + 0,851726 \ln(d) \quad (3.15)$$

$$R^2 = 0.62, \quad F = 51, \quad Se = 0.32, \quad f = 1.126$$

şeklindedir. Hektarda ibre yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.8’de görülmektedir.



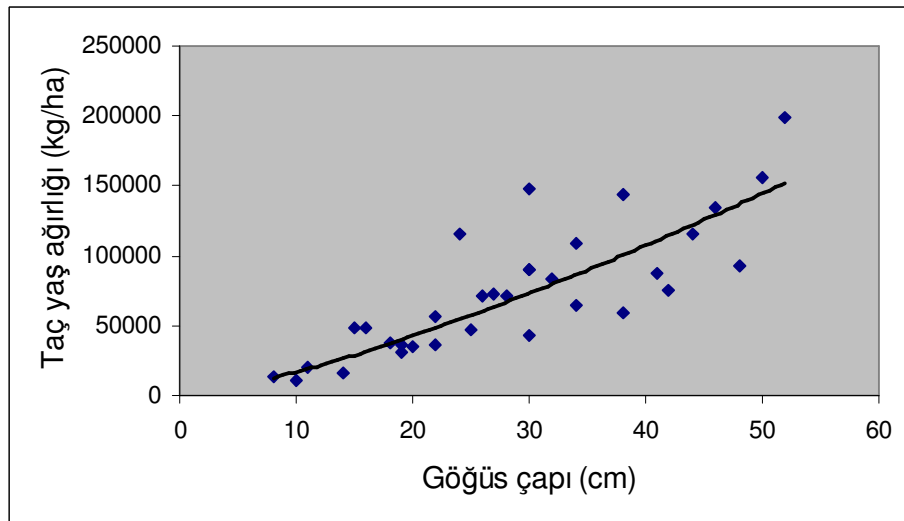
Şekil 3.8 Hektardaki ibre yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektardaki taç yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{taç}) = 6,66017 + 1,3347203 \ln(d) \quad (3.16)$$

$$R^2 = 0.78, \quad F = 109, \quad Se = 0.34, \quad f = 1.146$$

şeklinde bulunmuştur. Hektarda taç yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.9'da görülmektedir.

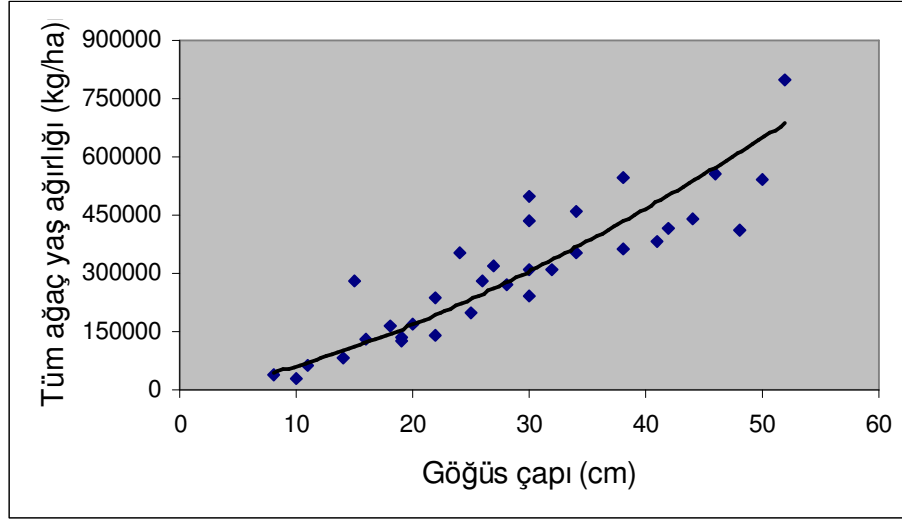


Şekil 3.9 Hektardaki taç yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektarda tüm ağaç içinde aynı denklem en uygun sonucu vermiştir. Denklem

$$\ln(\text{tümağaç}) = 7,6132328 + 1,47484186 \ln(d) \quad (3.17)$$

şeklindedir. Hektarda tüm ağaç yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.10'da görülmektedir.



Şekil 3.10 Hektardaki tüm ağaç yaş ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektarda tüm ağaç yaş ağırlığı ve göğüs çapı arasındaki regresyon katsayısı  $R^2 = 0.85$ ,  $F=175$   $Se=0.30$ ,  $f=1.110$  olarak hesaplanmıştır. Hektarda tüm ağaç yaş ağırlığı ile göğüs çapı arasında artan kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani, % 85 oranında göğüs çapı (x) tüm ağaç yaş ağırlığını (Y) belirlemektedir. Buna göre % 15 oranında tüm ağaç ağırlığını başka faktörler etkilemektedir.

### 3.3 TEK AĞAÇ BİLEŞENLERİNİN FIRIN KURUSU AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bileşenlerin fırın kurusu ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta ağaçlarının  $d_{1,3}$  çap değerleri eksene taşınmıştır. Bu değerlere ilişkin en uygun model aşağıdaki gibidir.

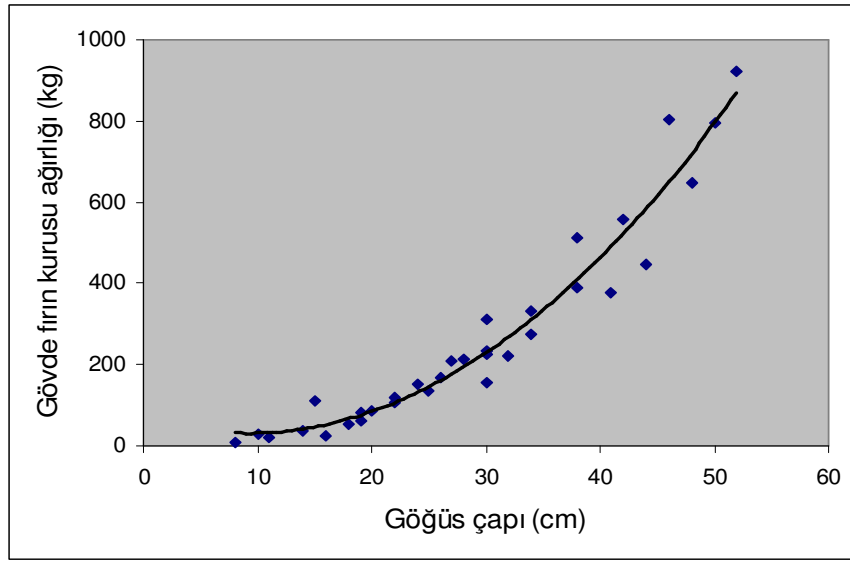
$$\text{Log}Y = a + b \text{Log}(d_{1,3}) \quad (3.5)$$

Tek ağaç bileşenlerinden gövde fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi yansıtan regresyon denklemi;

$$\ln(\text{gövde}) = -2,52163 + 2,339236 \ln(d) \quad (3.18)$$

$$R^2 = 0.945, \quad F = 529.78, \quad Se = 0.27, \quad f = 1.091$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap fırın kuru gövde odunu ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.11’de görülmektedir.



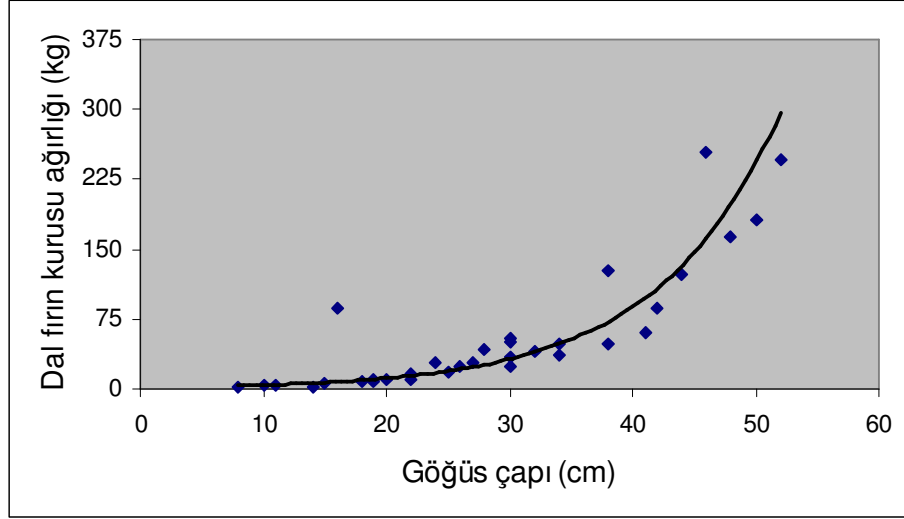
Şekil 3.11 Göğüs çapı ile gövde odunu fırın kuru ağırlık ilişkisi.

Çap ile dal odunu fırın kuru ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{dal}) = -4,99881 + 2,558273 \ln(d) \quad (3.19)$$

$$R^2 = 0.82; \quad F = 141.5; \quad Se = 0.58; \quad f = 1.476$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile dal odunu fırın kuru ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.12’de görülmektedir.



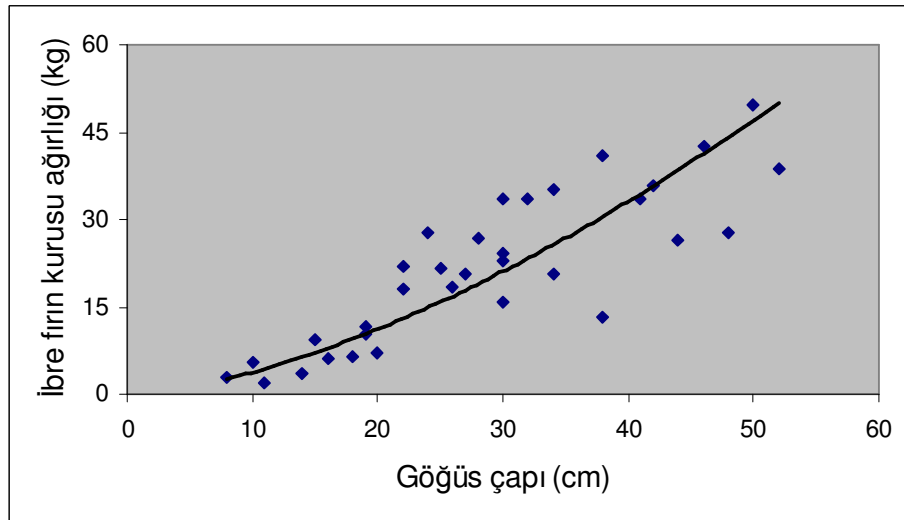
Şekil 3.12 Göğüs çapı ile dal odunu fırın kurusu ağırlık ilişkisi

Çap ile ibre fırın kurusu ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{ibre}) = -2,27693 + 1,565827 \ln(d) \quad (3.20)$$

$$R^2 = 0.80, \quad F = 123, \quad Se = 0.38, \quad f = 1.181$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap ile ibre fırın kurusu ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.13'te görülmektedir.



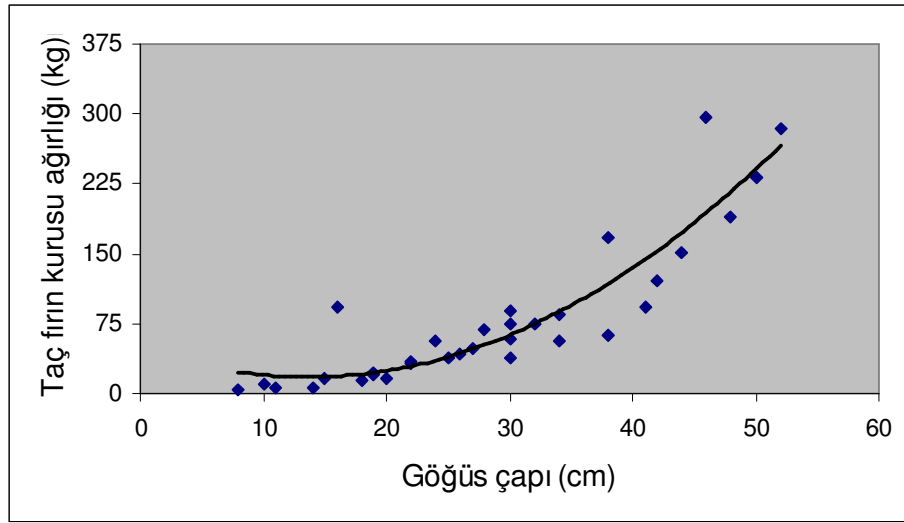
Şekil 3.13 Göğüs çapı ile ibre fırın kurusu ağırlık ilişkisi.

Çap taç fırın kurusu ağırlığı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{taç}) = -3,16552 + 2,160043 \ln(d) \quad (3.21)$$

$$R^2 = 0.84, F = 166.75, Se = 0.45, f = 1.416$$

şeklinde bulunmuştur. Tek ağaçta çap, taç fırın kurusu ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.14'te görülmektedir.

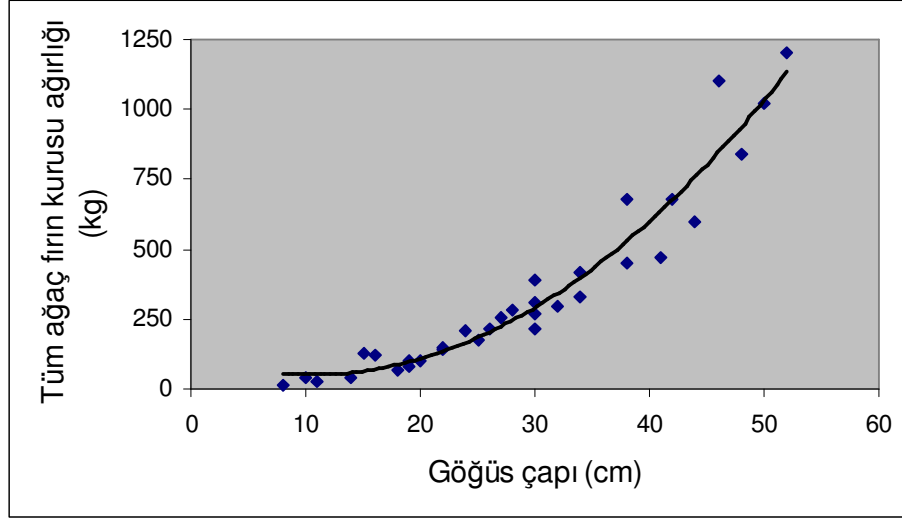


Şekil 3.14 Göğüs çapı ile taç fırın kurusu ağırlığı ilişkisi.

Tüm ağaç içinde aynı denklem en uygun sonucu vermiştir. Denklem

$$\ln(\text{tümağaç}) = -1,92352 + 2,243357 \ln(d) \quad (3.22)$$

şeklindedir. Tek ağaçta çap tüm ağaç kuru ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 3.15'te görülmektedir.



Şekil 3.15 Göğüs çapı ile tüm ağaç fırın kurusu ağırlık ilişkisi.

Tüm ağaç fırın kurusu ağırlığı ve çap arasındaki regresyon katsayısı  $R^2 = 0.95$ ,  $F=608.32$ ,  $Se=0.246$ ,  $f=1.072$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre tüm ağaç kuru ağırlığı ile çap arasında kuvvetli artan doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir. Yani, % 95 oranında çap (x) tüm ağaç kuru ağırlığını (Y) belirlemektedir. Diğer bir ifadeyle % 4 oranında tüm ağaç kuru ağırlığını başka faktörler etkilemektedir.

### 3.4 BİLEŞENLERİN HEKTARDAKİ FIRIN KURUSU AĞIRLIKLARI İLE GÖĞÜS YÜZEYİ ORTA AĞACININ ÇAPI ( $d_{1,3}$ ) ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Bileşenlerin hektardaki fırın kurusu ağırlıklarının kestirilebilmesi için, hektardaki fırın kurusu ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapları eksenlere taşınmıştır. Bu değerlerin dağılımlarını görüntüleyen en iyi model aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

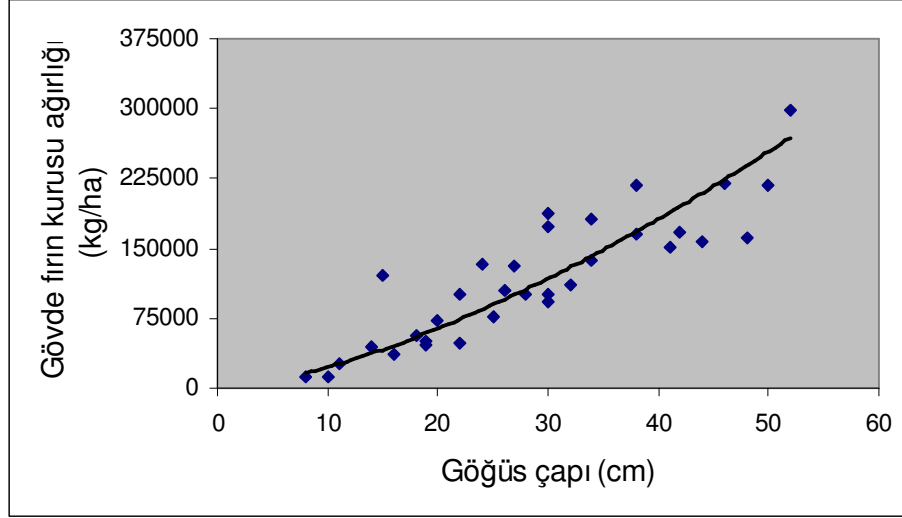
$$\text{Log}Y = a+b\text{Log} (d_{1,3}) \quad (3.5)$$

Hektardaki gövde odunu kuru ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi yansıtan regresyon denklemi;

$$\ln(\text{gövde}) = 6,564528 + 1,50280256 \ln(d) \quad (3.23)$$

$$R^2 = 0.83, F = 154, Se = 0.32, f = 1.13$$

şeklindedir. Hektarda gövde odunu fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.16’da görülmektedir.



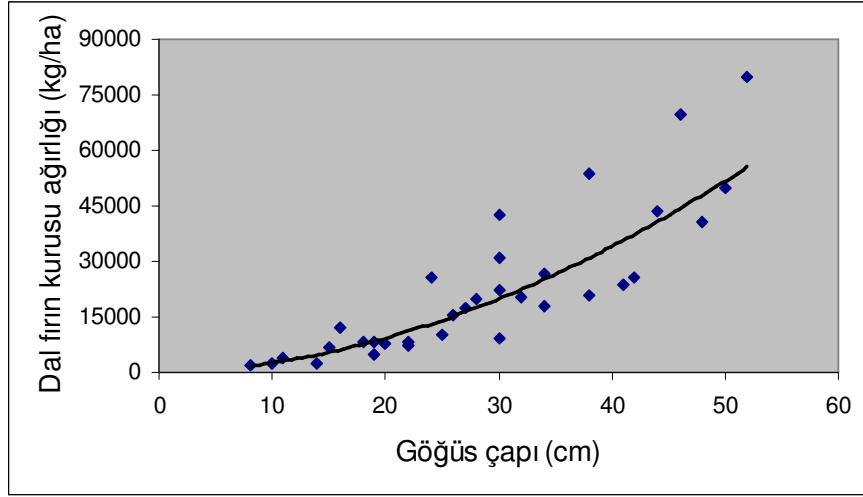
Şekil 3.16 Hektardaki gövde odunu fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektardaki dal odunu fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{dal}) = 3,525959 + 1,872978 \ln(d) \quad (3.24)$$

$$R^2 = 0.84, F = 162, Se = 0.39, f = 1.198$$

şeklindedir. Hektarda dal odunu fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.17’de görülmektedir.



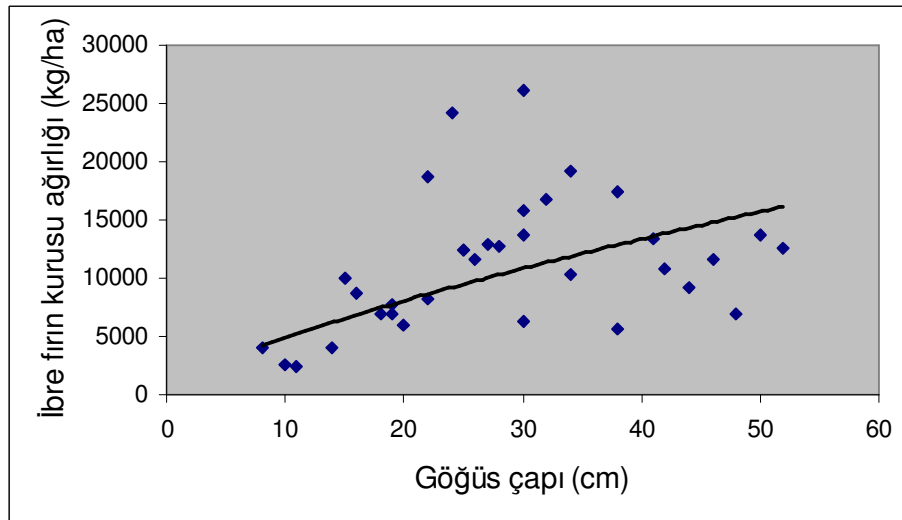
Şekil 3.17 Hektardaki dal odunu fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi

Hektardaki ibre fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{ibre}) = 6,809221 + 0,729395 \ln(d) \quad (3.25)$$

$$R^2 = 0.37, F = 18, Se = 0.46, f = 1.281$$

şeklindedir. Hektarda ibre fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.18’de görülmektedir.



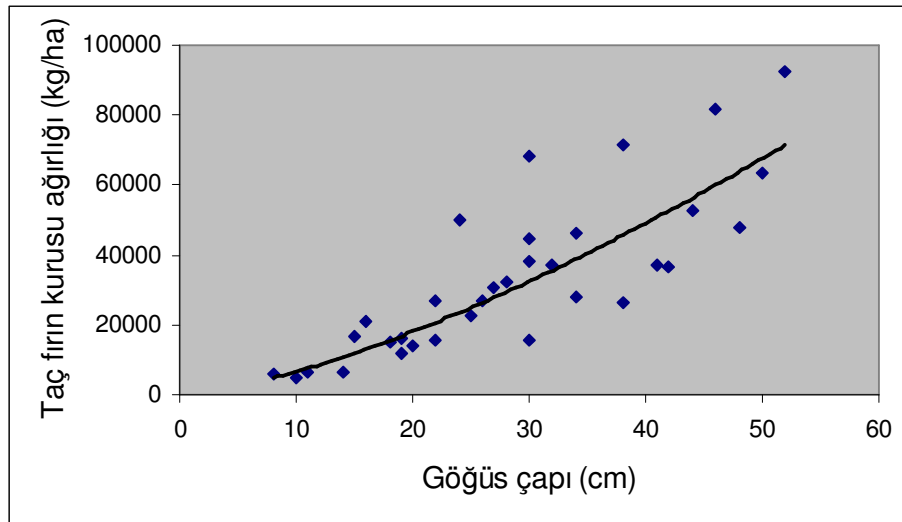
Şekil 3.18 Hektardaki ibre fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektardaki ta fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan regresyon denklemi

$$\ln(\text{ta}) = 5,474371 + 1,4437534 \ln(d) \quad (3.26)$$

$$R^2 = 0.79, F = 117, Se = 0.36, f = 1.161$$

şeklinde bulunmuştur. Hektarda ta fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.19'da görölmektedir.

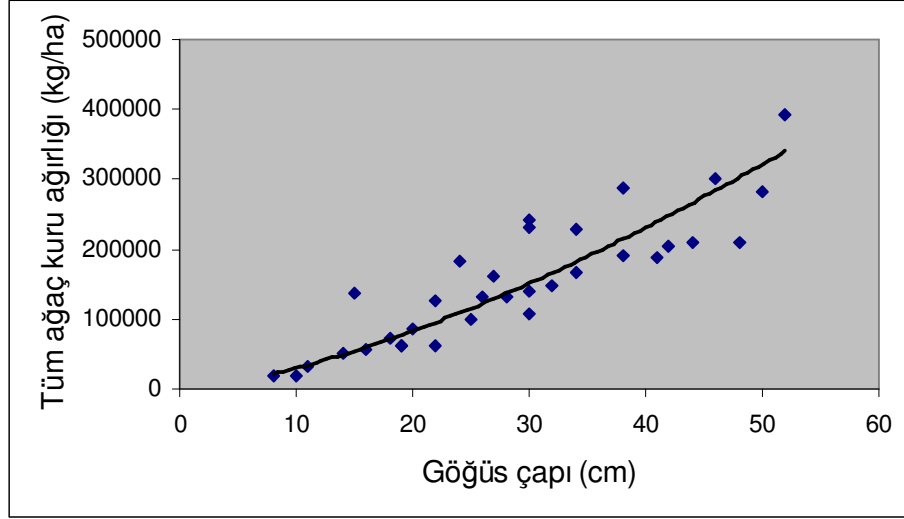


Şekil 3.19 Hektardaki ta fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektarda tüm ağaç içinde aynı denklem en uygun sonucu vermiştir. Denklem

$$\ln(\text{tümağaç}) = 6,9008376 + 1,4774043 \ln(d) \quad (3.27)$$

şeklindedir. Hektarda tüm ağaç fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı arasındaki ilişki Şekil 3.20'de görölmektedir.



Şekil 3.20 Hektardaki tüm ağaç fırın kuru ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi.

Hektarda tüm ağaç kuru ağırlığı ve göğüs çapı arasındaki regresyon katsayısı  $R^2=0.85$ ,  $F=170$ ,  $Se=0.30$ ,  $f=1.114$  olarak hesaplanmıştır. Hektarda tüm ağaç kuru ağırlığı ile çap arasında artan kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Yani, % 85 oranında çap (x) tüm ağaç kuru ağırlığını (Y) belirlemektedir. Buna göre % 15 oranında tüm ağaç kuru ağırlığını başka faktörler etkilemektedir.

## BÖLÜM 4

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Kızılcım meşçerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmini için, Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde 33 deneme alanından alınan 33 deneme ağacı verilerinden yararlanılarak Kızılcım için yaş ve kuru ağırlık tabloları düzenlenmiştir.

Bir ağacın gövde, dal, yaprak, taç ve tüm yaş ağırlığı ile göğüs yüzeyi orta çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model;

$$\text{Log}Y = a+b\text{Log} (d_{1,3})$$

Y=Bir Ağacın Her Bileşenine İlişkin Yaş Ağırlığı (kg)

(d<sub>1,3</sub>) = Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı (cm)

Bu modele göre, göğüs yüzeyi orta çapı ile ağacın bileşenlerinin yaş ağırlıkları arasında kuvvetli artan doğrusal bir ilişki vardır.

Bir ağacın hektardaki bileşenlerinin yaş ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model;

$$\text{Log}Y = a+b\text{Log} (d_{1,3})$$

Y=Bir Ağacın Hektardaki Her Bir Bileşeninin Ağırlığı (kg)

(d<sub>1,3</sub>) = Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı (cm)

Bu modele göre göğüs yüzeyi orta çapı ile bir ağacın hektardaki her bir bileşeninin ağırlığı arasında kuvvetli artan bir ilişki olduğu söylenebilir. Göğüs yüzeyi orta çapının artması ile birlikte her bir bileşenin ağırlığı da artmaktadır.

Bir ağacın bileşenlerine ilişkin kuru ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model;

$$\text{Log}Y = a+b\text{Log} (d_{1,3})$$

Y=Bir Ağacın Bileşenlerine İlişkin Fırın Kuru Ağırlıkları (kg)

(d<sub>1,3</sub>) = Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı (cm)

Bir ağacın bileşenlerine ilişkin kuru ağırlıkları ile göğüs düzeyi orta ağacının çapı arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Bir ağacın hektardaki bileşenlerinin kuru ağırlıkları ile göğüs yüzeyi orta çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model;

$$\text{Log}Y = a+b\text{Log} (d_{1,3})$$

Y= Bir Ağacın Hektardaki Bileşenlerinin Fırın Kuru Ağırlığı (kg)

(d<sub>1,3</sub>) = Göğüs Yüzeyi Orta Ağacının Çapı (cm)

Bu modele göre, bir ağacın hektardaki bileşenlerinin fırın kuru ağırlığı ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapı arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Çap değerinin logaritmik artması ile kuru ağırlıkta buna bağlı olarak logaritmik bir şekilde artmaktadır.

Bu çalışma daha ziyade Doğu Akdeniz ormanlarında 0.7 kapalıktan daha fazla kapalılığa sahip Kızılçam meşçereleri için daha doğru sonuç verecektir. Ayrıca, regresyon analizi gereği, tahmini tablolar arazide göğüs yüzeyi orta ağacı çapı ölçümü yapılan en üst ve en alt çap ağırlığında daha doğru sonuç verecektir.

## KAYNAKLAR

- Alban, D.H., Perala, D.A. and Schlaegel, B.E.** (1978) Biomass and Nutrient Distribution in Aspen, Pine and Spruce Stands on the Same Soil Type in Minnesota, *Can. J. For. Res.* 8, pp 290-299.
- Alemdağ, İ.Ş.** (1962) Türkiye’de Kızılcıam Ormanlarının Gelişimi Hasılatı ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar, *OAE Teknik Bülten*, No 11, 160 s, Ankara.
- Alemdağ, İ.Ş.** (1981) Aboveground-mass Equations for Six Hardwood Species from Natural Stands of the Research Forest at Petawawa, Canadian Forestry Service, Information Report, PI-X-6, p 9, Canada.
- Anon.** (2006) *Orman Varlığımız*, OGM Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 160 s.
- Anşın, R.** (1994) *Tohumlu Bitkiler Gymnospermae*, KTÜ Orman Fakültesi Yay., No 122/15, 262 s, Trabzon.
- Anşın, R. ve Özkan, Z.C.** (1997) *Tohumlu Bitkiler Spermatophyta*, KTÜ Orman Fakültesi Yay., No 167/19, 513 s, Trabzon. (139. s)
- Arslan, I.E, Aslan, S. ve Topal, M.** (2007a) Biyokütlenin Enerjiye Dönüştürülmesi, *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı*, s 485-492, İstanbul.
- Arslan, I.E, Aslan, S. ve Topal, M.** (2007b) Biyokütle Yetiştiriciliği, *I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı*, s 479-484, İstanbul.
- Ata, C.** (1995) Silvikültür Tekniği, ZKÜ Bartın Orman Fak. Yay., 4/3, 453 s, Bartın.
- Atalay, İ., Sezer, L.İ. ve Çukur, H.** (1998) *Kızılcıam (Pinus brutia Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması*, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, No 6, 108 s, EÜ. Basımevi, İzmir.
- Balat, M.** (2005) Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and A View to Biomass Potential, *Biomass and Bioenergy* 29, p 32-41.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C. ve Öztürk, H.H.** (2004) Bazı Avrupa Birliği Ülkelerinde Biyokütle Politikaları, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı, Cilt I, s 439-448, İstanbul.
- Bektaş, L. , Tutuş, A. ve Eroğlu, H.** (1999) Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Kızılcıam (Pinus brutia Ten.) Odunlarının Lif Morfolojisinin Kağıt Yapımına Uygunluğunun Araştırılması, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, s 589-597.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Boydak., M., Dirik, H. ve Çalıkoğlu, M.** (2006) *Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü*, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yay., 364 s, Ankara
- Critchfield, W. B. and Little, L.E.** (1966) Geographic Distribution of the Pines of the World, U.S.D.A. Forest Service Miscellaneous Publication 991.
- Crow, T.R. and Laidly, P.R.** (1980) Alternative Models for Estimating Woody Plant Biomass, *Can. J. Res.*, 13, p 283-288.
- Çanakçıoğlu, H.** (1993) Orman Entomolojisi Özel Bölüm, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 412, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H.** (1998) Orman Entomolojisi, Yararlı ve Zararlı Böcekler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 451, İstanbul.
- Doucet, R., Berglund, J.V. and Farnsworth, C.E.** (1976) Dry Matter Production in 40 Year-old *Pinus banksiana* Stands in Quebec, *Can. J. For. Res.* 6, pp 357-367.
- Durkaya, B.** (1998) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, ZKÜ Fen Bil.Ens., Yüksek Lisans Tezi, 110 s.
- Erdem, R.** (1968) Ormanın Faydalı ve Zararlı Böcekleri, İstanbul üniversitesi Yayın No:1265, Orman Fakültesi Yayın No: 118:182 s.
- Erten, P. ve Önal, S.** (1987) Kızılçam Odununun Özellikleri, Korunması Reçine Üretimi ve Kullanım Yerleri, (Ed. Erol Öktem), Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yay., El Kitabı Dizisi 2, s 169-182.
- Fang, J.Y., Wang, G.G., Liu, G.H. and Xu, S.L.** (1998) Forest Biomass of China: An Estimate Based on the Biomass-Volume Relationship, *Ecological Applications*, Vol. 8, No. 4, pp. 1084-1091.
- Genç, M.** (2004) Silvikültürün Temel Esasları, SDÜ Orman Fak. Yay., No 44, Isparta.
- Gerwing, J.J. and Farias, D.L.** (2000) Integrating Liana Abundance and Forest Stature into An Estimate of Total Aboveground Biomass for An Eastern Amazonian Forest, *Journal of Tropical Ecology*, 16, pp 327-335.
- Göker, Y., Kalaycıoğlu, H. and Akbulut, T.** (1993) Kızılçam ve Huş Odunu Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, s 692-699, Marmaris.
- Göksel, E. and Özden, Ö.** (1993) Kağıt Endüstrisinde Kızılçam, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, s 648-654, Marmaris.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hall, R.J., Skakun, R.S., Arsenault, E.J. and Case, B.S.** (2006) Modeling Forest Stand Structure Attributes Using Landsat ETM+ Data: Application to Mapping of Aboveground Biomass and Stand Volume, *Forest Ecology and Management*, 225, p 378-390.
- İkinci, O.** (2000) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, *ZKÜ Fen Bil.Ens., Yüksek Lisans Tezi*, 86 s.
- Kalay, Z., Yavuz, H., Karagül, R. and Altun L.** (1993) *Kızılçamın Orta Karadeniz Bölümü Dikey ve Yatay Yayılışının Bitki Kuşakları ve Türleri Bakımından Ekolojik İncelenmesi*. Uluslar arası Kızılçam Sempozyumu, (Ekim 1993 Marmaris), Orman Bakanlığı Yayını, s 117-128,
- Lefsky, A.M., Harding, D.J., Keller, M., Cohen,W.B., Carabajal, C.C., Espirito-Santo, F.D.B., Hunter, M.O. and Oliveira, R.** (2005) Estimates of Forest Canopy Height and Aboveground Biomass Using ICESat, *Geophysical Research Letters*, Vol. 32.
- MacLean, D.A. and Wein, W.** (1976) Biomass of Jack Pine and Mixed Hardwood Stands in Northeastern New Brunswick, *Can. J. For. Res.* 6, pp 441-447.
- Meyer, H.A.** (1941) A Correction for A Systematic Error Occuring in the Application of the Logarithmic Volume Equation, *The Pennsylvania State Forest School, State College*, 261 pp.
- McKendry, P.** (2002) Energy Production From Biomass (Part 2): Conversion Technologies, *Bioresource Technology*, 83-1, pp 47-54, 2002.
- Mirov, N.T.** (1967) *The Genus Pinus*, The Ronald Press Company, p 254, New York. (pp 602)
- Muukkonen, P. and Heiskanen, J.** (2006) Biomass Estimation over A Large Area Based on Standwise Forest Inventory Data and ASTER and MODIS Satellite Data: A Possibility to Verify Carbon Inventories, *Remote Sensing of Environment*, 107, pp 617-624.
- Neyişçi, T.** (1987a) Kızılçamın Doğal Yayılışı, (Ed. Erol Öktem), *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yay.,El Kitabı Dizisi 2*, s. 15-22.
- Neyişçi, T.** (1987b) Kızılçamın Ekolojisi, (Ed. Erol Öktem), *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yay.,El Kitabı Dizisi 2*, s. 23-56.
- Odewald, R.G. and Yaussy, D.A.** (1980) Main Stem Green and Dry Weights of Red Oak, White Oak and Maple in the Appalachian Region of Virginia, *Polytechnic Ins. and State Uni. Publ. No.FWS-3-80*, 34 pp.

## KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Özdemir, T.** (1977) Antalya Bölgesinde Kızılçam Ormanlarının (*Pinus brutia ten*) Tabii Gençleştirme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fak. Der. Seri A, cilt 27, sayı 2, s. 239-293.
- Özkazanç, O. İktüeren, Ş. ve Yücel, M.** (1985) Akdeniz ve Ege Bölgelerinde *Orthotomicus erosus* (Woll.)'un Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No: 152, 56 s.
- Özkazanç, O.** (1987) Kızılçam Ormanlarının Zararlı Böceklerden Korunması ve Mücadele, (Ed. Erol Öktem), Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yay., El Kitabı Dizisi 2, s. 103-121.
- Resh, S.C., Battaglia, M., Worledge, D. and Ladiges, S.** (2003) Coarse Root Biomass for Eucalypt Plantations in Tasmania, Australia: Sources of Variation and Methods for Assessment, *Trees*, 17, pp 389–399.
- Saatçioğlu, F.** (1976) *Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*, İ.Ü. Orman Fak. Yay., 2187/222, 423 s., İstanbul.
- Saatçioğlu, F. ve Pamay, B.** (1962) Adana Bölgesinin Kalkınmasında Kızılçamın (*Pinus brutia Ten*) Önemi ve Silvikültürü, İ.Ü. Orm. Fak. Der., Seri A, Cilt 7, Sayı 2, 88-101.
- Saraçoğlu, N.** (1988) Modern Ormancılıkta Yeni Görüş: Biyokütle, *Orman Mühendisliği Dergisi*, Yıl 25, Sayı 3, Sayfa 29-32.
- Saraçoğlu, N.** (1992) *Kayın Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi*, KTÜ, Trabzon.
- Saraçoğlu, N.** (1998) Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Biyokütle Tabloları, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22, pp. 93-100.
- Saraçoğlu, N.** (2002) Orman Hasılat Bilgisi, Z.K.Ü. Orman Fakültesi Yay., 22/9, s.304, Bartın.
- Sizuki, E. and Tagawa, H.** (1983) Biomass of Mangrove Forest and A Sedge Mars on Ishigaki Island, South Japan, *Jap. J. Eco.*, 33, pp. 231-234.
- Steininger, M.K.** (2000) Satellite Estimation of Tropical Secondary Forest Above-ground Biomass: Data from Brazil and Bolivia, *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 21, No. 6 & 7, pp. 1139–1157.
- Sun, O., Uğurlu, S. ve Araslı, B.** (1976) Stepe Geçiş Yörelerindeki Sarıçam Meşçerelerinde Biyolojik Kütlenin Saptanması, *OAE Yayınları Teknik Bülten Serisi*, No 80, 48 s., Ankara.
- Sun, O., Uğurlu, S. ve Özer, E.** (1980) Kızılçam (*Pinus Brutia Ten*) Türüne Ait Biyolojik Kütlenin Saptanması, *OAE Yayınları Teknik Bülten Serisi*, No 104, 32 s., Ankara.

## **KAYNAKLAR (devam ediyor)**

- Usoltsev, V. A. and Vanclay, J.K.** (1995) Stand Biomass Dynamics of Pine Plantations and Natural Forests on Dry Steppe in Kazakhstan, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 10, pp. 305-312
- Ürgenç, S.** (1998) Ağaçlandırma Tekniği, İ. Ü. Orman Fakültesi Yay., 3994/441, s.600, İstanbul.
- Weisberger, H.** (1988) Biomass Production with Fast Growing Tree Species in Short Rotation Periods, Present State and Perceptions on the Future in the Federal Republic of Germany, The Occasions of the 18th Session of the IPC in Beijing, September 5-9.

**EK AÇIKLAMALAR A**

**YAŞ-FIRIN KURUSU AĞIRLIK ÇİZELGELERİ**

Çizelge A.1 Tek ağaç için yaş ağırlık tablosu

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Yaş (kg)	Dal Yaş (kg)	İbre Yaş (kg)	Taç Yaş (kg)	Tüm Ağaç Yaş (kg)
10	35,68	7,80	6,90	14,70	50,38
11	44,71	9,83	8,10	17,93	62,64
12	54,94	12,13	9,39	21,52	76,46
13	66,40	14,73	10,74	25,48	91,87
14	79,12	17,63	12,17	29,81	108,93
15	93,16	20,85	13,68	34,52	127,68
16	108,53	24,38	15,25	39,63	148,17
17	125,28	28,24	16,90	45,14	170,42
18	143,43	32,44	18,61	51,05	194,48
19	163,01	36,98	20,39	57,37	220,38
20	184,05	41,88	22,23	64,11	248,16
21	206,58	47,15	24,14	71,29	277,86
22	230,62	52,78	26,11	78,89	309,51
23	256,21	58,78	28,15	86,93	343,14
24	283,36	65,18	30,24	95,42	378,78
25	312,10	71,96	32,40	104,36	416,46
26	342,46	79,14	34,62	113,76	456,22
27	374,46	86,73	36,90	123,62	498,08
28	408,12	94,72	39,23	133,96	542,07
29	443,46	103,14	41,63	144,77	588,23
30	480,51	111,98	44,08	156,06	636,56
31	519,28	121,25	46,59	167,83	687,12
32	559,81	130,95	49,15	180,10	739,91
33	602,10	141,10	51,77	192,87	794,97
34	646,18	151,69	54,45	206,14	852,32
35	692,07	162,74	57,18	219,92	911,99
36	739,78	174,25	59,96	234,22	974,00
37	789,35	186,22	62,80	249,03	1038,37
38	840,77	198,67	65,70	264,36	1105,14
39	894,09	211,58	68,64	280,23	1174,31
40	949,30	224,98	71,64	296,62	1245,92
41	1006,43	238,87	74,69	313,56	1319,99
42	1065,50	253,25	77,79	331,03	1396,53
43	1126,52	268,12	80,94	349,06	1475,58
44	1189,52	283,49	84,14	367,64	1557,15
45	1254,50	299,37	87,40	386,77	1641,27
46	1321,48	315,77	90,70	406,47	1727,95
47	1390,49	332,67	94,05	426,73	1817,21
48	1461,53	350,10	97,46	447,56	1909,09
49	1534,62	368,05	100,91	468,96	2003,59
50	1609,78	386,54	104,41	490,95	2100,73
51	1687,03	405,56	107,96	513,52	2200,54
52	1766,37	425,11	111,56	536,67	2303,04
53	1847,83	445,21	115,20	560,42	2408,24
54	1931,41	465,86	118,90	584,76	2516,17
55	2017,13	487,06	122,64	609,70	2626,83
56	2105,02	508,82	126,42	635,24	2740,26
57	2195,07	531,14	130,26	661,40	2856,47
58	2287,31	554,02	134,14	688,16	2975,47

Çizelge A.1 Tek ağaç için yaş ağırlık tablosu (devam ediyor).

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Yaş (kg)	Dal Yaş (kg)	İbre Yaş (kg)	Taç Yaş (kg)	Tüm Ağaç Yaş (kg)
59	2381,75	577,47	138,07	715,54	3097,29
60	2478,40	601,50	142,04	743,54	3221,94
61	2577,28	626,10	146,06	772,16	3349,44
62	2678,40	651,29	150,13	801,41	3479,81
63	2781,78	677,06	154,24	831,29	3613,07
64	2887,42	703,42	158,39	861,81	3749,23
65	2995,34	730,37	162,59	892,96	3888,30
66	3105,56	757,92	166,84	924,76	4030,32
67	3218,08	786,08	171,13	957,20	4175,28
68	3332,92	814,84	175,46	990,30	4323,21
69	3450,09	844,20	179,84	1024,04	4474,13
70	3569,61	874,18	184,26	1058,44	4628,05
71	3691,48	904,78	188,73	1093,51	4784,99
72	3815,72	936,00	193,23	1129,23	4944,95
73	3942,34	967,84	197,79	1165,63	5107,97
74	4071,36	1000,31	202,38	1202,69	5274,05
75	4202,78	1033,41	207,02	1240,43	5443,21
76	4336,62	1067,15	211,70	1278,85	5615,47
77	4472,88	1101,53	216,42	1317,95	5790,83
78	4611,59	1136,54	221,19	1357,73	5969,33
79	4752,75	1172,21	226,00	1398,21	6150,96
80	4896,37	1208,52	230,85	1439,37	6335,74
81	5042,47	1245,49	235,74	1481,23	6523,70
82	5191,05	1283,11	240,68	1523,78	6714,84
83	5342,13	1321,39	245,65	1567,04	6909,17
84	5495,72	1360,33	250,67	1611,00	7106,72
85	5651,83	1399,94	255,73	1655,67	7307,50
86	5810,47	1440,22	260,83	1701,05	7511,52
87	5971,65	1481,18	265,97	1747,15	7718,80
88	6135,38	1522,81	271,15	1793,96	7929,34
89	6301,68	1565,12	276,37	1841,49	8143,17
90	6470,55	1608,11	281,63	1889,75	8360,29
91	6642,00	1651,79	286,94	1938,73	8580,73
92	6816,05	1696,16	292,28	1988,44	8804,49
93	6992,70	1741,22	297,66	2038,89	9031,59
94	7171,97	1786,98	303,09	2090,07	9262,04
95	7353,87	1833,44	308,55	2141,99	9495,85
96	7538,40	1880,60	314,05	2194,65	9733,04
97	7725,57	1928,46	319,59	2248,06	9973,63
98	7915,40	1977,04	325,18	2302,21	10217,61
99	8107,90	2026,32	330,80	2357,12	10465,02
100	8303,08	2076,32	336,46	2412,78	10715,85

Çizelge A.2 Tek ağaç için kuru ağırlık tablosu.

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Kuru (kg)	Dal Kuru (kg)	İbre Kuru (kg)	Taç Kuru (kg)	Tüm Ağaç Kuru (kg)
10	19,14	3,60	4,46	8,06	27,20
11	23,92	4,60	5,18	9,77	33,69
12	29,32	5,74	5,93	11,68	40,99
13	35,35	7,05	6,73	13,77	49,13
14	42,04	8,52	7,55	16,07	58,12
15	49,41	10,16	8,42	18,58	67,99
16	57,46	11,99	9,31	21,30	78,76
17	66,22	14,00	10,24	24,23	90,45
18	75,69	16,20	11,20	27,40	103,08
19	85,89	18,60	12,19	30,79	116,68
20	96,84	21,21	13,21	34,42	131,26
21	108,55	24,03	14,25	38,28	146,83
22	121,03	27,07	15,33	42,40	163,43
23	134,29	30,33	16,44	46,76	181,06
24	148,35	33,82	17,57	51,38	199,73
25	163,21	37,54	18,73	56,27	219,48
26	178,90	41,50	19,91	61,42	240,31
27	195,41	45,71	21,13	66,83	262,24
28	212,76	50,16	22,36	72,53	285,29
29	230,96	54,88	23,63	78,50	309,47
30	250,02	59,85	24,92	84,76	334,79
31	269,96	65,09	26,23	91,31	361,27
32	290,77	70,59	27,57	98,16	388,93
33	312,47	76,37	28,93	105,30	417,77
34	335,07	82,44	30,31	112,75	447,82
35	358,58	88,78	31,72	120,50	479,08
36	383,01	95,42	33,15	128,56	511,57
37	408,36	102,34	34,60	136,94	545,30
38	434,64	109,57	36,08	145,65	580,29
39	461,87	117,10	37,57	154,67	616,55
40	490,05	124,93	39,09	164,03	654,08
41	519,19	133,08	40,64	173,71	692,91
42	549,30	141,54	42,20	183,74	733,04
43	580,38	150,32	43,78	194,11	774,49
44	612,45	159,43	45,39	204,82	817,27
45	645,51	168,87	47,01	215,88	861,38
46	679,56	178,63	48,66	227,29	906,85
47	714,63	188,74	50,32	239,06	953,69
48	750,70	199,18	52,01	251,19	1001,89
49	787,80	209,97	53,72	263,69	1051,48
50	825,92	221,11	55,44	276,55	1102,47
51	865,08	232,60	57,19	289,79	1154,87
52	905,28	244,44	58,96	303,40	1208,68
53	946,53	256,65	60,74	317,39	1263,92
54	988,84	269,22	62,54	331,76	1320,60
55	1032,21	282,16	64,37	346,53	1378,73
56	1076,64	295,47	66,21	361,68	1438,32
57	1122,15	309,16	68,07	377,23	1499,38
58	1168,75	323,22	69,95	393,17	1561,92

Çizelge A.2 Tek ağaç için kuru ağırlık tablosu (devam ediyor).

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Kuru (kg)	Dal Kuru (kg)	İbre Kuru (kg)	Taç Kuru (kg)	Tüm Ağaç Kuru (kg)
59	1216,43	337,67	71,85	409,52	1625,95
60	1265,21	352,51	73,76	426,27	1691,48
61	1315,09	367,73	75,70	443,43	1758,52
62	1366,07	383,35	77,65	461,00	1827,08
63	1418,17	399,37	79,62	478,99	1897,16
64	1471,39	415,79	81,61	497,40	1968,79
65	1525,74	432,61	83,61	516,22	2041,96
66	1581,21	449,84	85,63	535,48	2116,69
67	1637,82	467,49	87,68	555,16	2192,98
68	1695,58	485,54	89,73	575,28	2270,86
69	1754,48	504,02	91,81	595,83	2350,31
70	1814,54	522,92	93,90	616,82	2431,36
71	1875,76	542,25	96,01	638,25	2514,01
72	1938,14	562,00	98,13	660,13	2598,28
73	2001,70	582,18	100,28	682,46	2684,16
74	2066,43	602,80	102,44	705,24	2771,67
75	2132,35	623,86	104,61	728,48	2860,82
76	2199,45	645,37	106,80	752,17	2951,62
77	2267,74	667,31	109,01	776,33	3044,07
78	2337,24	689,71	111,24	800,95	3138,18
79	2407,93	712,56	113,48	826,04	3233,97
80	2479,84	735,86	115,74	851,60	3331,44
81	2552,96	759,62	118,01	877,63	3430,59
82	2627,30	783,84	120,30	904,14	3531,44
83	2702,86	808,53	122,60	931,14	3634,00
84	2779,65	833,69	124,92	958,61	3738,26
85	2857,68	859,31	127,26	986,57	3844,25
86	2936,94	885,41	129,61	1015,03	3951,97
87	3017,45	911,99	131,98	1043,97	4061,42
88	3099,21	939,05	134,36	1073,41	4172,62
89	3182,22	966,59	136,76	1103,35	4285,58
90	3266,49	994,62	139,18	1133,80	4400,29
91	3352,02	1023,14	141,61	1164,74	4516,77
92	3438,83	1052,15	144,05	1196,20	4635,02
93	3526,90	1081,65	146,51	1228,16	4755,06
94	3616,25	1111,66	148,98	1260,64	4876,89
95	3706,89	1142,16	151,47	1293,64	5000,52
96	3798,81	1173,17	153,98	1327,15	5125,96
97	3892,02	1204,69	156,50	1361,19	5253,21
98	3986,53	1236,72	159,03	1395,75	5382,28
99	4082,34	1269,26	161,58	1430,84	5513,17
100	4179,45	1302,32	164,14	1466,46	5645,91

Çizelge A.3 Hektarda yaş ağırlık tablosu.

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Yaş (kg/ha)	Dal Yaş (kg/ha)	İbre Yaş (kg/ha)	Taç Yaş (kg/ha)	Tüm Ağaç Yaş (kg/ha)
10	48027,71	10678,47	9064,09	19742,56	67770,28
11	55569,57	12424,49	9830,59	22255,08	77824,65
12	63484,34	14266,63	10586,81	24853,44	88337,78
13	71757,07	16201,50	11333,73	27535,23	99292,30
14	80374,52	18226,11	12072,17	30298,28	110672,80
15	89324,89	20337,75	12802,83	33140,58	122465,47
16	98597,55	22534,00	13526,29	36060,29	134657,84
17	108182,87	24812,62	14243,07	39055,70	147238,57
18	118072,07	27171,60	14953,63	42125,23	160197,30
19	128257,09	29609,06	15658,35	45267,42	173524,50
20	138730,50	32123,29	16357,60	48480,88	187211,38
21	149485,45	34712,66	17051,67	51764,33	201249,78
22	160515,54	37375,70	17740,86	55116,57	215632,11
23	171814,84	40111,01	18425,42	58536,43	230351,27
24	183377,76	42917,28	19105,58	62022,86	245400,62
25	195199,10	45793,27	19781,55	65574,82	260773,92
26	207273,95	48737,83	20453,52	69191,35	276465,29
27	219597,67	51749,86	21121,66	72871,52	292469,19
28	232165,89	54828,32	21786,15	76614,47	308780,36
29	244974,48	57972,22	22447,13	80419,34	325393,82
30	258019,49	61180,62	23104,73	84285,36	342304,85
31	271297,20	64452,64	23759,10	88211,74	359508,94
32	284804,05	67787,43	24410,34	92197,76	377001,81
33	298536,64	71184,15	25058,56	96242,72	394779,36
34	312491,74	74642,05	25703,89	100345,94	412837,68
35	326666,25	78160,37	26346,40	104506,77	431173,02
36	341057,19	81738,40	26986,20	108724,59	449781,79
37	355661,73	85375,44	27623,36	112998,81	468660,54
38	370477,14	89070,84	28257,98	117328,83	487805,97
39	385500,78	92823,97	28890,13	121714,10	507214,88
40	400730,14	96634,20	29519,88	126154,08	526884,21
41	416162,77	100500,95	30147,29	130648,24	546811,01
42	431796,35	104423,64	30772,44	135196,09	566992,43
43	447628,60	108401,73	31395,39	139797,12	587425,72
44	463657,33	112434,68	32016,20	144450,88	608108,21
45	479880,45	116521,97	32634,91	149156,89	629037,34
46	496295,92	120663,11	33251,59	153914,71	650210,62
47	512901,74	124857,61	33866,29	158723,90	671625,64
48	529696,02	129105,00	34479,05	163584,05	693280,07
49	546676,89	133404,83	35089,92	168494,75	715171,63
50	563842,56	137756,65	35698,94	173455,59	737298,15
51	581191,28	142160,03	36306,16	178466,19	759657,47
52	598721,36	146614,56	36911,61	183526,17	782247,53
53	616431,16	151119,82	37515,35	188635,17	805066,32
54	634319,06	155675,42	38117,39	193792,82	828111,88
55	652383,52	160280,99	38717,79	198998,77	851382,29
56	670623,02	164936,13	39316,57	204252,69	874875,71
57	689036,08	169640,49	39913,76	209554,25	898590,33
58	707621,27	174393,70	40509,40	214903,11	922524,37

Çizelge A.3 Hektarda yaş ağırlık tablosu (devam ediyor).

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Yaş (kg/ha)	Dal Yaş (kg/ha)	İbre Yaş (kg/ha)	Taç Yaş (kg/ha)	Tüm Ağaç Yaş (kg/ha)
59	726377,18	179195,43	41103,53	220298,95	946676,14
60	745302,46	184045,33	41696,16	225741,48	971043,94
61	764395,76	188943,06	42287,33	231230,39	995626,15
62	783655,80	193888,31	42877,06	236765,37	1020421,17
63	803081,30	198880,76	43465,38	242346,14	1045427,44
64	822671,02	203920,10	44052,32	247972,42	1070643,44
65	842423,75	209006,02	44637,91	253643,93	1096067,68
66	862338,32	214138,24	45222,16	259360,39	1121698,71
67	882413,55	219316,45	45805,09	265121,55	1147535,10
68	902648,33	224540,39	46386,74	270927,13	1173575,46
69	923041,55	229809,76	46967,12	276776,88	1199818,43
70	943592,12	235124,30	47546,26	282670,56	1226262,67
71	964298,98	240483,74	48124,17	288607,91	1252906,89
72	985161,10	245887,82	48700,87	294588,69	1279749,79
73	1006177,46	251336,28	49276,39	300612,68	1306790,13
74	1027347,06	256828,88	49850,74	306679,62	1334026,69
75	1048668,93	262365,37	50423,94	312789,31	1361458,24
76	1070142,11	267945,50	50996,01	318941,51	1389083,62
77	1091765,67	273569,04	51566,97	325136,00	1416901,67
78	1113538,67	279235,75	52136,82	331372,57	1444911,25
79	1135460,23	284945,42	52705,59	337651,01	1473111,24
80	1157529,44	290697,80	53273,30	343971,10	1501500,54
81	1179745,45	296492,69	53839,96	350332,65	1530078,10
82	1202107,40	302329,87	54405,57	356735,44	1558842,84
83	1224614,45	308209,12	54970,17	363179,29	1587793,73
84	1247265,77	314130,23	55533,76	369663,99	1616929,76
85	1270060,56	320093,00	56096,35	376189,36	1646249,92
86	1292998,03	326097,23	56657,97	382755,20	1675753,23
87	1316077,38	332142,72	57218,62	389361,33	1705438,72
88	1339297,86	338229,27	57778,31	396007,57	1735305,43
89	1362658,70	344356,68	58337,06	402693,74	1765352,45
90	1386159,17	350524,78	58894,88	409419,66	1795578,83
91	1409798,53	356733,38	59451,78	416185,16	1825983,69
92	1433576,07	362982,28	60007,78	422990,05	1856566,12
93	1457491,07	369271,31	60562,88	429834,19	1887325,25
94	1481542,84	375600,29	61117,09	436717,39	1918260,22
95	1505730,69	381969,05	61670,43	443639,49	1949370,18
96	1530053,96	388377,42	62222,91	450600,33	1980654,29
97	1554511,97	394825,22	62774,54	457599,75	2012111,72
98	1579104,07	401312,28	63325,32	464637,60	2043741,68
99	1603829,63	407838,44	63875,27	471713,72	2075543,34
100	1628687,99	414403,55	64424,40	478827,95	2107515,94

Çizelge A.4 Hektarda kuru ağırlık tablosu.

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Kuru (kg/ha)	Dal Kuru (kg/ha)	İbre Kuru (kg/ha)	Taç Kuru (kg/ha)	Tüm Ağaç Kuru (kg/ha)
10	25516,39	4109,58	6225,17	10334,75	35851,14
11	29445,87	4912,76	6673,33	11586,09	41031,95
12	33559,31	5782,32	7110,59	12892,91	46452,23
13	37848,93	6717,55	7538,08	14255,63	52104,57
14	42307,84	7717,78	7956,76	15674,54	57982,38
15	46929,91	8782,39	8367,42	17149,80	64079,71
16	51709,62	9910,82	8770,72	18681,55	70391,16
17	56641,99	11102,56	9167,26	20269,82	76911,82
18	61722,49	12357,12	9557,53	21914,65	83637,15
19	66946,97	13674,04	9941,98	23616,02	90562,99
20	72311,59	15052,90	10320,98	25373,88	97685,47
21	77812,84	16493,29	10694,89	27188,18	105001,02
22	83447,43	17994,83	11064,01	29058,84	112506,27
23	89212,31	19557,16	11428,62	30985,78	120198,09
24	95104,64	21179,95	11788,96	32968,90	128073,55
25	101121,74	22862,85	12145,26	35008,11	136129,85
26	107261,11	24605,57	12497,72	37103,29	144364,41
27	113520,39	26407,81	12846,53	39254,34	152774,73
28	119897,33	28269,28	13191,86	41461,14	161358,47
29	126389,85	30189,70	13533,87	43723,57	170113,42
30	132995,92	32168,82	13872,70	46041,53	179037,45
31	139713,67	34206,39	14208,49	48414,88	188128,55
32	146541,28	36302,15	14541,36	50843,51	197384,79
33	153477,02	38455,88	14871,43	53327,31	206804,33
34	160519,27	40667,35	15198,80	55866,15	216385,42
35	167666,44	42936,34	15523,58	58459,92	226126,35
36	174917,04	45262,64	15845,85	61108,49	236025,53
37	182269,62	47646,05	16165,71	63811,76	246081,38
38	189722,82	50086,36	16483,24	66569,60	256292,42
39	197275,29	52583,39	16798,51	69381,90	266657,19
40	204925,78	55136,94	17111,61	72248,55	277174,32
41	212673,04	57746,84	17422,59	75169,43	287842,47
42	220515,91	60412,91	17731,53	78144,44	298660,34
43	228453,23	63134,98	18038,48	81173,46	309626,69
44	236483,92	65912,88	18343,51	84256,38	320740,31
45	244606,91	68746,44	18646,67	87393,11	332000,02
46	252821,18	71635,52	18948,00	90583,52	343404,70
47	261125,73	74579,94	19247,58	93827,52	354953,25
48	269519,61	77579,58	19545,43	97125,00	366644,61
49	278001,88	80634,26	19841,61	100475,87	378477,74
50	286571,64	83743,86	20136,15	103880,01	390451,65
51	295228,01	86908,23	20429,11	107337,34	402565,35
52	303970,16	90127,24	20720,51	110847,75	414817,91
53	312797,25	93400,74	21010,41	114411,15	427208,39
54	321708,48	96728,61	21298,82	118027,43	439735,91
55	330703,08	100110,72	21585,80	121696,52	452399,59
56	339780,28	103546,94	21871,36	125418,30	465198,58
57	348939,36	107037,15	22155,55	129192,70	478132,06
58	358179,59	110581,22	22438,40	133019,62	491199,21

Çizelge A.4 Hektarda kuru ağırlık tablosu (devam ediyor).

Göğüs Orta Çapı (cm)	Gövde Kuru (kg/ha)	Dal Kuru (kg/ha)	İbre Kuru (kg/ha)	Taç Kuru (kg/ha)	Tüm Ağaç Kuru (kg/ha)
59	367500,27	114179,05	22719,92	136898,97	504399,24
60	376900,73	117830,50	23000,16	140830,66	517731,39
61	386380,30	121535,47	23279,14	144814,61	531194,91
62	395938,33	125293,85	23556,88	148850,73	544789,06
63	405574,19	129105,52	23833,41	152938,93	558513,13
64	415287,27	132970,38	24108,76	157079,14	572366,41
65	425076,96	136888,32	24382,95	161271,26	586348,22
66	434942,67	140859,23	24655,99	165515,22	600457,89
67	444883,83	144883,02	24927,92	169810,94	614694,77
68	454899,87	148959,58	25198,75	174158,33	629058,20
69	464990,25	153088,81	25468,51	178557,32	643547,58
70	475154,44	157270,62	25737,21	183007,83	658162,27
71	485391,89	161504,90	26004,88	187509,78	672901,67
72	495702,10	165791,57	26271,52	192063,10	687765,20
73	506084,57	170130,54	26537,17	196667,71	702752,28
74	516538,79	174521,70	26801,83	201323,54	717862,33
75	527064,30	178964,98	27065,53	206030,51	733094,80
76	537660,60	183460,27	27328,28	210788,55	748449,15
77	548327,24	188007,50	27590,09	215597,59	763924,83
78	559063,76	192606,58	27850,99	220457,56	779521,33
79	569869,72	197257,42	28110,98	225368,40	795238,12
80	580744,67	201959,94	28370,08	230330,02	811074,69
81	591688,19	206714,05	28628,31	235342,36	827030,55
82	602699,85	211519,69	28885,67	240405,36	843105,21
83	613779,25	216376,75	29142,19	245518,94	859298,19
84	624925,96	221285,18	29397,87	250683,05	875609,01
85	636139,60	226244,88	29652,73	255897,61	892037,21
86	647419,77	231255,78	29906,79	261162,56	908582,33
87	658766,08	236317,80	30160,04	266477,84	925243,92
88	670178,16	241430,88	30412,50	271843,38	942021,54
89	681655,62	246594,93	30664,19	277259,13	958914,75
90	693198,12	251809,89	30915,12	282725,01	975923,13
91	704805,28	257075,67	31165,29	288240,97	993046,25
92	716476,75	262392,22	31414,72	293806,94	1010283,70
93	728212,19	267759,45	31663,42	299422,87	1027635,06
94	740011,25	273177,30	31911,40	305088,70	1045099,95
95	751873,58	278645,71	32158,66	310804,37	1062677,95
96	763798,87	284164,59	32405,22	316569,81	1080368,68
97	775786,79	289733,89	32651,08	322384,98	1098171,76
98	787837,00	295353,54	32896,26	328249,81	1116086,81
99	799949,20	301023,48	33140,77	334164,24	1134113,45
100	812123,07	306743,63	33384,60	340128,23	1152251,31

## **ÖZGEÇMİŞ**

Alpaslan ÜNSAL 1975 yılında Adana'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Adana Endüstri Meslek Lisesi'nden mezun olduktan sonra, 1994 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümüne girdi; 1998 yılında mezun oldu. 2000 yılında Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Yenice Orman İşletme Müdürlüğü'nde Orman İşletme Şefi olarak göreve başladı. Halen ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Amenajmanı Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.

## **ADRES BİLGİLERİ**

Adres: Karaisalı Orman İşletme  
Müdürlüğü  
01700 Karaisalı- ADANA  
Tel: +90 505 537 58 53