

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

KIZILABAC (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.)

GÖVDE HACİM VE BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ

Dr. Yük. Müh. Nedim SARACIOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

"Doktor"

Unvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Mayıs 1988

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 27 Eylül 1988

Tez Danışmanı : Doc. Dr. Fahri BATU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Alptekin GÜNEL

Jüri Üyesi : Doc. Dr. Tahsin AKALP

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Doğan TURHAN

Eylül 1988

TRABZON

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

## ÖNSÖZ

Kızılağac (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt. Gövde Hacım ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi " adlı bu çalışma, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın konusunu veren, öneri ve katkılarıyla çalışmamı destekleyen, Doktora Yöneticim, Sayın Hocam Doç.Dr. Fahri Batu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimde Biyokütle konusuna yer vermemi ısrarla öneren gönderdikleri yayınlarla bu konuda çok yönlü bilgi edinmemi sağlayan, arazi ve laboratuvar verilerimin Fetawawa/Kanada Ulusal Ormancılık Enstitüsü'nde değerlendirilmesine yardımcı olan, tezimi inceleyerek çalışmamı değerlendiren Sayın Doç.Dr. Seref Alemdağ'a minnet ve şükranlarımı arz ederim.

DAAD Bilimsel Araştırma Bursu ile Freiburg/Almanya Orman Fakültesi, Ormancılık Biyometrisi Bilim Dalı'nda 8 ay çalışabilmeme olanak sağlayan, Hacım Tablosu verilerinin değerlendirilmesinde büyük katkıları olan ve çalışmamı ıctenlikle destekleyen Sayın Prof.Dr. D.R.Pelz ile Biyometri Bilim Dalı çalışanlarına burada teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırma süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm Sayın Hocalarım Prof.Dr. Burhan Soykan'a, Prof.Dr. Alptekin Günel'e ve Doç.Dr. Fikret Kapucu'ya ıcten teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım süresince büyük ilgi ve yardımlarını gördüğüm O.B.M. Trabzon, Artvin ve Giresun Orman Bölge Müdürlüklerinin her kademedeki meslektaşlarıma, bilgisayar çalışmalarında bana yardımcı olan Sayın Ars.Şör. Veysel Atasoy'a teşekkür ederim.

Trabzon, Mayıs, 1988

Nedim SARACÖĞLU

## İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ (List of Tables and Figures)	
A - TABLOLAR (The Tables)	IV
B - ŞEKİLLER (The Figures)	VI
TÜRKÇE ÖZET	VIII
İNGİLİZCE ÖZET	IX
GİRİŞ	1
1. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2. KIZILAGAÇ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	
2.1. Kızılağaçların Dünya ve Türkiye'deki Yayılışı	10
2.2. Kızılağaçların Botanik Özellikleri	10
2.3. Kızılağaçların Yetiştirme Ortamı Koşulları	13
2.4. Kızılağaçların Silvikültürel Özellikleri ve Mescere Kuruluşları	15
2.5. Kızılağaç Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	
3.1. Deneme Alanları ve Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi	19
3.11. Hacım Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi	19
3.12. Biyokütle Deneme Alanları ve Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi	19
3.2. Deneme Alanları ve Laboratuvarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar	
3.21. Gövde Hacım Tablolarının Düzenlenmesi için Yapılan Ölçme ve Saptamalar	25
3.22. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi için Yapılan Ölçme ve Saptamalar	25
3.221. Deneme Alanlarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar	27
3.222. Deneme Ağaçlarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar	27
3.223. Laboratuvarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar	29
3.3. Gövde Hacım ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesinde Uygulanan Değerlendirme Yöntemleri	
3.31. Gövde Hacım Tablolarının Düzenlenmesi ve Diğer Hacım İlişkileri	30
3.311. Tek ve Çift Girişli Hacım Modelleri	30
3.312. Göğüs Çapı-Çift Kabuk Kalınlığı İlişkisi	34
3.313. Kızılağaç Çift Girişli Gövde Hacım Tablosu- nun Diğer Hacım Tabloları ile Kıyaslanması	
3.32. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi ve Diğer Biyokütle İlişkileri	
3.321. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesinde Uygulanan Yöntem	34

3.322. Gövde Bileşenlerinin Kuru Ağırlık Yüzdesi Değerlerinin Hesaplanması	37
3.323. Kütükte Kuru Ağırlık Yüzdesinin Hesaplanması	
3.324. Kuru Ağırlık / Yaş Ağırlık İlişkisi	38
3.325. Gövde Odunu Hacım Yoğunluk Değerinin Hesaplanması	38
<b>4. BULGULAR</b>	
4.1. Gövde Hacım Tabloları ile İlgili Bulgular	40
4.11. Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun Kontrolü	41
4.12. Çap - Kabuk İlişkisi	49
4.13. Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun Diğer Hacım Tabloları ile Kıyaslanması	51
4.2. Biyokütle Tabloları ile İlgili Bulgular	
4.21. Gövde Bileşenlerinin Kuru Ağırlık Yüzdeleri	54
4.22. Kütük Kuru Ağırlık Yüzdesi	55
4.23. Kuru Ağırlık / Yaş Ağırlık Oranları	55
4.24. Kızılağac Gövde Odunu Hacım Yoğunluk Değeri	55
<b>5. SONUC VE ÖNERİLER</b>	63
KAYNAKLAR	66
EKLER	76
BZGEMİS	95
<b>EKLER (The Appendices)</b>	
Tablo A.1: Kızılağac Tek Girişli Gövde Hacım Tablosu Local Stem Volume Table of Alder	76
Tablo A.2: Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacım Tablosu Standart Stem Volume Table of Alder	77
Tablo B.1: Kızılağac Gövde Odunu Kuru Ağırlık Tablosu Stem Wood Dry-Weight Table of Alder	80
Tablo B.2: Kızılağac Gövde Kabuğu Kuru Ağırlık Tablosu Stem Bark Dry-Weight Table of Alder	81
Tablo B.3: Kızılağac Yaşayan Dalları Kuru Ağırlık Tablosu Live Branches Dry-Weight Table of Alder	82
Tablo B.4: Kızılağac Dalcık ve Yapraklar Kuru Ağırlık Tablosu Twigs and Leaves Dry-Weight Table of Alder	83
Tablo B.5: Kızılağac Tüm Ağac Kuru Ağırlık Tablosu Whole Tree Dry-Weight Table of Alder	84
Tablo B.6: Kızılağac Saf ve Karışık Mescereleri Alanlarının Dağılımı The distribution of pure and mixed forest areas of	88
Tablo B.7: Fortran Kodlama Formları Fortran Coding Forms	89



TABLO VE SEKİL LİSTESİ  
( List of the Tables and the Figures )

A - TABLOLAR (The Tables)	Sayfa
Tablo 2.1: Doğu Karadeniz Bölgesi Meteoroloji İstasyonları İklim Verileri The Blacksea region meteorology stations climate data	14
Tablo 2.2: Kızılağacın kavak ve kimi ibreli ağaçların teknolojik özellikleri ile kıyaslanması Comparison of technological properties of Alder with Pappel and some conifers	17
Tablo 2.3: Kızılağac (Alnus barbata L.)'ın kimi özellikleri Some properties of Alder (Alnus barbata L.)	18
Tablo 3.1: Deneme ağaçlarının alındığı yerlerin özellikleri The place and properties of experimental areas	21
Tablo 3.2: Biyokütle deneme alanlarının konumu ve özellikleri The place and properties of biomass ex. areas	22
Tablo 3.3: Hacim deneme ağaçlarının alındığı alanların yetiştirme ortamı faktörlerine dağılışı The distribution of volume sample trees to the site indexes	23
Tablo 3.4: Biyokütle deneme alanlarının yetiştirme ortamı faktörlerini dağılışı The distribution of biomass experimental areas to the site indexes	23
Tablo 3.5: Biyokütle deneme ağaçlarının çap-boy sınıflarına göre dağılışı The distribution of biomass sample trees to the diameter-height classes	24
Tablo 3.6: Hacim deneme ağaçlarının çap-boy sınıflarına göre dağılışı The distribution of volume sample trees to the diameter-height classes	26
Tablo 3.7: En çok kullanılan hacim fonksiyonları The compilation of the most popular volume equations	31

B - SEKİLLER  
(The Figures)

Sayfa

I - GRAFIKLER (The Graphs)

- Grafik 3. 1: Hacim çalışmasının ana aşamaları 20  
The major moments of volume study
- Grafik 3. 2: Biyokütle çalışmasının ana aşamaları 20  
The major moments of biomass study
- Grafik 3. 3: Ölçülen çaplar ve kerestelik ağac, kerestelik olmayan ağac örnek kesitleriyle çapılara ilişkin sematik tablo 28  
A schematic instruction for the diameters measured and the sample disks taken from the merchantable and unmerchantable trees and shrubs
- Grafik 3. 4: Ana ağac bileşenleri ve gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenleri 39  
The main tree-components and merchantable and unmerchantable components of the stem
- Grafik 3. 5: Kabul edilebilir  $dm/d$  ve  $hm/h$  değerlerinin hesaplanması 39  
Calculation of acceptable  $dm/d$  and  $hm/h$  values
- Grafik 4. 1: Kızılağac hacim eğrisi 43  
Volume curve of Alder
- Grafik 4. 2: Kabuklu göğüs çapı - ağac boyu ilişkisi 44  
Correlation of tree height in to diameter at breast height
- Grafik 4. 3: Kabuklu göğüs çapı - gövde hacim ilişkisi 45  
Correlation of stem volume in to diameter at breast height
- Grafik 4. 4: Ağac boyu - gövde hacim ilişkisi 46  
Correlation of stem volume in to tree height
- Grafik 4. 5: Kabuklu göğüs çapı-çift kabuk kalınlığı ilişkisi 50  
Relation between breast height diameter and double bark thickness
- Grafik 4.6-9: Kabuklu gövde hacimlerinin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi 32  
Change of stem volume outside bark in the height categories with regard to diameter at breast height

Tablo 3.8:	Türkiye'de cesitli ağac türleri için düzenlenen çift girişli ağac hacim tabloları In Turkey constructed standart volume tables for diffrent tree species	32
Tablo 4. 1:	Denenen hacim modellerine ilişkin katsayılar ve istatistik değerler Equations coefficients and statistic values of tested models	47
Tablo 4. 2:	Kızılağaçlarda kabuklu göğüs çaplarına karşit gelen göğüs boyu çift kabuk kalınlıkları The relation between diameter outside bark and breast height double bark thickness of Alder	47
Tablo 4. 3:	Kızılağaçlarda kabuklu göğüs çaplarına karşit gelen kabuksuz göğüs çapları The relation between diameter outside bark and diameter inside bark (dkbs-cm) of Alder	48
Tablo 4. 4:	Gerçek hacimlerle hesaplanan hacimler fark yüzdelerinin dağılımı The distribution of percent volume differences	48
Tablo 4.5 :	Denenen biyokütle modellerine ilişkin istatistikler Statistics of tested biomass models	49
Tablo 4. 6:	Kuru ağırlık tablolarının kontrolünde kullanılan Toplam Fark ve Ortalama Ayrılış değerleri Aggregate difference and average deviation values used in controlling of dry-weight tables	54
Tablo 4. 7:	Kabul edilen modelin (Model No:3) denklemleri The equations of agreed model (Model Nr:3)	56
Tablo 4. 8:	Değişik yüksekliklerdeki kütük ağırlık yüzdeleri The stump weight percentages at the diffrent heights	56
Tablo 4. 9:	Değişik yüksekliklerdeki kütük hacminin oranları The volumen percentages at the diffrent heights	56
Tablo 4.10:	Ağac bileşenlerinin ortalamaları ile en büyük ve en küçük değerleri The mean, max. and min. worths of tree components	57
Tablo 4.11:	Kuru ağırlık / Yas ağırlık oranları The proportions of dry-weight / fresh-weight	57
Tablo 4.12:	Kuru ağırlık yüzdeleri (bileşen oranları) The dry-weight percentages (component proportions)	57
Tablo 4.13:	Kuru ağırlığın gövde içerisinde dağılımı The distribution of dry-weight in stem	58

Grafik 4.10:	Gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ile göğüs çapı ilişkisi Correlation of dbh with stem wood oven-dry mass	59
Grafik 4.11:	Gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ile ağac boyu ilişkisi Correlation of tree height with stem wood oven-dry m.	59
Grafik 4.12:	Gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ile dh ilişkisi Correlation of dh with stem wood oven-dry mass	60
Grafik 4.13:	Gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ile $d^2h$ ilişkisi Correlation of $d^2h$ with stem wood oven-dry mass	60
Grafik 4.14:	Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesinin $dm/d$ oranına göre değişimi Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over $dm/d$ ratio	61
Grafik 4.15:	Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesinin $hm/h$ oranına göre değişimi Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over $hm/h$ ratio	61
Grafik 4.16:	Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesinin belirli $dm$ değerleri için $d$ ye göre değişimi Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over $d$ for given $dm$ values	62
Grafik 4.17:	Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesinin belirli $hm$ değerleri için $h$ ye göre değişimi Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over $h$ for given $hm$ values	62

## II - HARİTALAR (The Maps)

Harita 2.1:	Kızılağaçların yayılış haritası Range map of Alders	11
Harita 2.2:	Türkiye'de Kızılağaçların dağılışı Distribution of Alders in Turkey	11
Harita 2.3:	Kızılağaç Hacım ve Biyokütle Tabloları deneme alanlarının dağılışı The distribution of experiment areas of Alder for stem volume and biomass tables	12

## Ö Z E T

Bu çalışma ile Doğu Karadeniz Bölgesinde devlet ormanları ve özel şahıs arazilerinde düzgün gövdeleri ile hızlı büyüme özelliği gösteren Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey) Valt.) 'ın gövde hacim ve biyokütle tablolarının düzenlenmesi amaçlanmıştır.

Kızılağaç'ların kabuklu gövde hacmini, göğüs çapının (tek girişli) ya da göğüs çapı ve boyunun (çift girişli) fonksiyonuna göre veren Kızılağaç Hacim Tabloları düzenlenmiştir. Bu amaçla 510 deneme ağacının verilerine dayalı Tek Girişli Gövde Hacim Tablosu için Kopezky-Behrhardt hacim modeli kullanılırken,

$$V = b_0 + b_1 d^2 \quad \text{Kopezky-Behrhardt}$$

Çift Girişli Gövde Hacim Tablosu için 6 hacim modeli denenmiş ve en iyi sonucu veren Schumacher-Hall hacim modeli seçilmiştir.

$$V = a \cdot d^b \cdot h^c \quad \text{Schumacher-Hall}$$

Deneme alanları ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin karşılıklı ilişkilerini ortaya koymak için Matematiksel Yöntem kullanılmış, denklem katsayıları ile diğer istatistiklerin hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi uygulanmıştır.

Ayrıca, Kızılağaç bileşenlerinin (gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar) ve tüm ağacın ortalama kuru ağırlığını veren Kızılağaç Kuru Ağırlık Tabloları düzenlenmiştir. Bu amaçla 66 deneme ağacının verileri 5 biyokütle modeli ile denenmiş ve en iyi sonucu veren Alemdağ modeli uygulanmıştır.

$$KA = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h^2 \quad \text{Alemdağ}$$

\* : Kuru Ağırlık, (KA) biçiminde kısaltılarak kullanılmıştır.



## SUMMARY

*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Valt.) is a taxon of Alder (*Alnus* Mill.) and ranges in the east Black Sea region of Turkey. When it was looked at the literature cited in this taxon, it will be understood that there are many researches and publications related to its botanical, morphological, technological, pollenological characteristics, and its range, ecological and silvicultural requirements. On the other hand, there is not enough research on the yield and management basis of Alder forests. Therefore, construction of Stem Volume Tables and Dry-Weight Tables with the investigation of pure stands of the *Alnus barbata* and measurement of disks at the laboratory and determination of actual Alder areas of pure and mixed Alder stands are the objects of this study.

Alder (*Alnus* Mill.) is an important genus of Betulaceae family. It represents itself with five taxons of two species, which are growing naturally in Turkey. It has a 0.9 % proportion in the Turkish forest area. *Alnus barbata* forms pure stands in the east the Black Sea region, and grows as artificial little stands and gallery forests. It has 93 % proportion of pure Alder stands and 33 % proportion of mixed Alder stands (Table B.6). Natural ranges of Alder, in the world and in Turkey, are shown in Map 2.1 and Map 2.2. According to data of Management Plans cover the *Alnus barbata* mixed stands approximately three times area as pure stands in the state forests of the Black Sea region. The distribution of these stands according to forest administrations of Trabzon, Artvin and Giresun are given as management plan areas (TA) and real area (GA) in Table B.6.

According to our study, natural range of the Sakallı Alder lies between 37° 47' - 41° 33' Eastern longitude, and 40° 41' - 41° 32' Northern latitude, and it has 107.551 hectares area. *Alnus barbata* is found as mixed stands with Beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.), Chestnut (*Castanea sativa* Mill.), Spruce (*Picea orientalis* L.), Scotch Pine (*Pinus silvestris* L.) and Oak (*Quercus dschorochensis* K.Koch).

Local Stem Volume Table, Standard Stem Volume Table, Stem Wood Dry-Weight Table, Stem Bark Dry-Weight Table, Live Branches Dry-Weight Table, Twigs and Leaves Dry-Weight Table and Whole Tree Dry-Weight Table presented in this study are arranged by means of material collected from temporary trial plots taken in the pure, even-aged, untouched, normal stocked and naturally grown stands of the *Alnus barbata*.



Local - and Standart Stem Volume Table were constructed by means of the material collected at the 510 sample trees, were chosen in 55 trial plots between Perşembe and Kemalpaşa within 20 m - 1610 m altitude girdle. In each trial plot, 7 cm at breast height (d.b.h.) and above were measured. In order to represent the diameter distribution, qualified number of trees were chosen. After the girth measurement of trees at their breast height and 30 cm height from the ground level, were cut down as high from the 1/3 of their d.b.h. The branches were cut at the stems. The girth and single bark thickness of stem were measured at the every 2 m from breast height to top. The number of rings were also determined on the stump section for tree age.

The places of 55 trial plots were shown in the Map 2.3. Knowledge related to geographical and local position, and distribution to the site factors of plots were given in Table 3.1 and Table 3.2 respectively.

Several methods were used in evaluation of material and constructing the tables. It was based on Mathematical Method in obtaining Local Stem Volume Table, Standart Stem Volume Table, Stem Wood Dry-Weight Table, Stem Bark Dry-Weight Table, Live Branches Dry-Weight Table, Twigs and Leaves Dry-Weight Table and Whole Tree Dry-Weight Table. Experiences and recommendations of the authors such as Spurr (1952), Prodan (1961), Loetsch-Zöhrer-Haller (1973), Alemdağ (1980), Parde (1980), Crow-Laidly (1980), Matheven (1983), Ker (1984), Schönenberger (1984), Grigal-Kernik (1984), Pellinen (1985) were used in determining of correlations between dependent and independent variables.

The volume models of Kopecky-Gehrhardt and Schumacher-Hall were chosen in 7 volume models for construction of Local Stem Volume Table and Standart Stem Volume Table. Each volume table were given in Table A.1 and Table A.2. Standart Volume Table was found suitable for Alder forests of east the Black Sea region as a result of different controls on real and table volume data of sample trees. In Turkey constructed Standart Volume Tables for different tree species was given in Table 3.8. The relation between breast height diameter and double bark thickness of sample trees was shown in Graph 4.5. The relation between diameter with bark and breast height double bark thickness of Alder was given in Table 4.2. The relation between diameter with bark and diameter without bark of Alder was given in Table 4.3.

In this study constructed Dry-Weight Tables are the first examples on this subject in Turkey. It can be possible to learn the dry-weight of different components of Alder (stem wood, stem bark, live branches, twigs and leaves) and whole tree by measuring of b.h.d. and height of standing trees and reading at the dry-weight tables.

Dry-Weight Tables constructed by means of the material collected on the 86 sample trees were chosen in 19 trial plots in the east the Black Sea region between Persembe and Hopa/Kemal-pasa within 10 m - 1510 m altitude girdle. Sample plots were established 0.04 ha in size in stands of various maturity stages and site and density classes within the specified population. The plots were laid as squares (20 m \* 20 m) using the N-S and E-W cardinal directions. All living and dead trees larger than or equal to 5.1 cm in dbhob were measured and recorded in all sample plots. Where possible, were selected at least two sample trees of average health and vigor and of unbroken top from each dbhob class of living trees and from different heights within the dbhob classes for mass and volume sampling.

Each sample tree was cut at approximately 0.30 m above ground level. On each living merchantable tree were took and recorded height, diameter, double-bark thickness and total age dimensional measurements. All the branches of tree were cut, subdivided and piled separately in three groups. All leaf-bearing twigs and leaves were removed from the live branches. New cones and the old cones of the previous years were collected and piled separately. The main stem was cut at 1/3, 2/3 and the top of merchantable height. Green mass of the three sections of the merchantable stem large live branches, small live branches, dead branches, new and old cones were took and recorded separately. Green mass of twigs and leaves were took and recorded together. Green mass of the top portion of the main stem was took and recorded.

One bunch of samples of twigs and leaves (each sample being about 150 g), some samples from each pile of cones, two sample disks ( 8 cm to 10 cm in length ) one from the large and one from the small living branches, four sample disks 3 cm to 4 cm in thickness from the breast height - the lower end of the sections 1/2, 1/3 and of the top of the merchantable stem were collected. All the samples were put in polyethylene bags and brought to the laboratory for further measurements.

The annual rings and diameters on the lower side of each disk taken from the stem were measured. A wedge was cut from each disk taken from the stem for wood-density measurements. The green-mass and oven-dry-mass measurements were took of the disks taken from the stem, leaves and twigs.

All the field and laboratory work data were recorded on Fortran Coding Forms in Trabzon and computed at the Petawawa National Forestry Institute/Canada with Alemdag's model.

The places of 19 trial plots were shown in the Map 2.3. Knowledge related to geographical and local position, and distribution to the site factors of plots were given in Table 3.2 and Table 3.4. Dry-Weight Tables were given in Tables B.1-5. The correlations between stem wood oven-dry-mass and  $d$ ,  $h$ ,  $dh$  and  $d^2h$  were given in Graphs 4.10-13. The correlations between merchantable wood % of stem and  $dm/d$  and  $hm/h$  were given in Graphs 4.14-15. The correlations of the  $dm/d$  and  $hm/h$  equations for merchantable wood were shown in Graphs 4.16-17.

## G İ R İ Ş

Bir yandan dünya çapında artan odun gereksinimi ve azalan odun sunumu( arzı), öte yandan günümüz insanının orman üzerindeki gittikçe artan istemleri, odun varlığını güvenle altına almak için ormancıları ve politikacıları orta - ve uzun süreli ormancılık planlarının kusursuz bir biçimde uygulamaya zorlamaktadır. Ormanlarda süreklilik ilkesi ışığı altında yararlanmayı amaçlayan bu planların hazırlanma ve uygulanmasında temelî orman envanteri oluşturmaktadır. Orman envanteri çalışmalarında bu önemli görevi gerçekleştirebilmek için mescerelerin bugünkü yapısı ve dinamiği hakkında çok sayıda verinin toplanması hedef alınmaktadır. Envanterde hacmin belirlenmesi işleminde en büyük yardımcı hacim tablolarıdır. Bu bağlamda dikili bir ağacın hacminin saptanması bugün de önemini koruyan güncel bir konu olmaktadır.

Her bir ağacın hacmini bölümlenme yöntemine göre tam olarak ölçmek ve bulmak zor ve zaman alıcı olduğu için, mescerelerin hacimlendirilmesinde kolaylık sağlayan güvenilir tahmin yöntemlerinin bulunması gerekmektedir. Hacim tabloları yöntemi bu nedenle önem kazanmaktadır. Ağacın hacim tabloları, orman işletmeciliği yanında araştırma kuruluşları için de hacmin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Dikili bir ağacın hacmini, yalnız göğüs çapının ya da göğüs çapı ve ağacın boyunun fonksiyonu olarak veren özel ve genel ağacın hacim tablolarının düzenlenmesine geçen yüzyılda başlanmıştır. Bu tablolar, dikili durumdaki bir ağacın gövde hacmini, kalın odun hacmini, tüm hacmini verecek biçimde düzenlenirler.

Ağacın hacmi; yetiştirme ortamı, ağacın kalıtsal özelliği, yaşı, uygulanan teknik önlemlerin sonucu oluşan gövde formuna bağlı olarak aynı çap ve boya sahip ağaçlarda farklı değerler alabilmektedir. Bu farklı değerlere karşın hacim, ağacın kolay ölçülebilir öğelerinin (çap, boy gibi) fonksiyonu olarak tanımlanabilmekte ve bu farklı değerler dengelenebilmektedir.

Dünyamızda yakın gelecekte petrol ve gaz konusunda kıtlık olacağı, bilim adamlarının ortak görüşü olarak belirlenmektedir. Yenilenemeyen bu fosil yakıtların tükenmesi, yeni enerji kaynakları için seçeneklerin bulunmasını gerektirmektedir. Bir kaynak seçeneği olarak, orman ekosistemi içerisinde yaşayan organizmaların kütlesi (ağırlık) miktarını belirten orman biyokütlesi önem kazanmaya başlamıştır. Biyokütleye, güneş enerjisinin bitkisel maddeler biçimine değişimi ile ortaya çıkmaktadır. Orman biyokütlesi, orman ekosistemi içerisinde yaşayan biyolojik maddelerin ağırlık miktarı olarak tanımlanmasıdır. Yapay ve doğal mescereler günümüzde yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak araştırılmaktadırlar. Şimdiden kendini hissettiren enerji kıtlığını gidermeye yardımcı olabilmek için son yıllarda işletmecilik ve orman biyokütleye kaynaklarının kullanılmasına yönelik yöntemler geliştirilmektedir (Alemdağ, 1980).

T. C.

Tüksekköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi



Odun, bugüne kadar özellikle hammaddede olarak kullanılmış ve mekanik yöntemle değerlendirilmiştir. Organik bir madde olan odunun yalnız küçük bir bölümü, ısı enerjisi dışında, kimyasal olarak kağıt, besin (yem) maddesi, ilaç, kozmetik maddeler ve ikincil organik maddelerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Mekanik değerlendirmede kullanılmayan ve genellikle % 50 oranına kadar ulaşabilen artık maddelerin ikinci bir aşamada değerlendirilmeleri oranı da küçük kalmıştır (Ruprich, 1981). Hammaddede kaynaklarından daha fazla yararlanmak için, alışılmış kullanım alanları ile yetinilmeyip, özellikle artıkların işlenmesine ve teknolojik kullanımına başlanmıştır. Günümüzde, orman hasılatından değerlendirilebilen hammaddelerin elde edilmesi, artırılması ve çok yönlü kullanılmasına ilişkin olanaklar büyük ilgi görmektedir.

Ormanda oluşan biyokütlenin büyük bir bölümünden yararlanmayı amaçlayan teknolojinin uygulamaya sunulması, son yıllarda teknik, ekonomik ve teknolojik açıdan üzerinde önemle durulan bir konu olmuştur. Uygun teknolojik olanakların sağlanması ile, tüm ağacın hasat edilmesi sonucu gövde odunu, dallar, iğne yapraklar/yapraklar ve gereğinde kütük ve köklerden oluşan biyokütlenin endüstriyel değerlendirilmesi söz konusu olabilmektedir. Artık maddelerin önemli bir bölümü ikinci bir aşamada kimyasal, mekanik ya da mekanik-kimyasal yöntemlerle değerlendirilebilmektedir. Eğer bu işlem için yeterli teknolojik olanaklar yok ise, ancak günümüzde uygulandığı gibi, ekonomik olmayan bir biçimde ısı enerjisi elde etmek için kullanılabilir.

Hacim tabloları, alışılmış şekliyle, gövde odunu, kalın odun ya da ağac odunu hacim değerlerini verirken, bu durumu ile bir ağacın tüm ürünü olan biyokütlenin belirlenmesinde yetersiz kalmıştır. Yalnız ağaçların odun varlığının bilinmesi yeterli olmayıp ayrıca ekosistem araştırması ve orman ekosistemi içerisindeki biyolojik ilişkilerin açıklanmasında, ormanların toplam toprak üstü ve toprak altı üretiminin de bilinmesi gerekmektedir. Değişik mesçerelerin, ağac türlerinin ve yetiştirme ortamlarının verim güçlerinin nitelendirilmesi ve karşılaştırılmasında odun verileri tek başına yeterli ölçüde açıklayıcı olamamaktadır. Çünkü odun haricinde kalan gövde kabuğu, dallar, yapraklar/iğne yapraklar gibi ağac bileşenleri dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle odun miktarı tek başına yetiştirme ortamının tüm verimi olarak değerlendirilebilecek biyokütleyi temsil edememektedir. Ayrıca yakın geçmiş kadar yalnız odun, çoğu yerde çoğu kez kabuksuz olarak, geniş ölçüde kullanılmıştır. Evrensel boyutta izlenen hammadde kıtlığı ve yetersizliği, ormanların bütün kaynaklarının kapsamlı bir biçimde belirlenmesini zorunlu kılmakta ve bu nedenle de ormanın en büyük biyokütle kaynağı olan ağaçların toplam kapasitelerinin kavranmasına karşı görülen ilgiyi sürekli artırmaktadır (Pellinen 1980).

Orman ağaçlarının biyokütlesi yaş ya da fırın kurusu ağırlığı biçiminde detaylı olarak araştırılmaktadır. Ağaç biyokütlesi ana mescere ya da ağaç karakteristiklerinin (orman tipi, yaşı ya da boniteti, ağaç türleri, göğüs çapı, ağaç boyu gibi) fonksiyonu olarak istatistiksel açıdan açıklanırken örnek ağaçlar ana bileşenlerine (gövde, kütük-kök sistemi ya da toplam tepe gibi) ya da daha ileri bir aşamada küçük ikincil bileşenlerine (çesitli tepe çaplarına kadar gövdenin odun ya da kabuğu, çesitli büyüklük sınıflarındaki ölü ya da canlı dallar, dalcıklar, yapraklar ya da meyveler gibi) ayrılarak düzenlenmektedir (Cunia, 1980).

20.199.296 hektar alana ve 1.37 m<sup>3</sup>/ha yıllık artıma sahip olan Türkiye ormanlarının 1982 yılından bu yana ülke tomruk,yapacak -, endüstriyel - ve yakacak odun gereksinimini karşılayamaz duruma geldiği ve 2030 yılına kadar üretim-tüketim dengesinin sağlanamayacağı tahmin edilmektedir. Türkiye ormanları veriminin, ülke odun tüketimini yıllardan beri karşılayamamasının nedeni olarak, 1972 yılından itibaren ete'nin üzerinde kesim yapılması gösterilmektedir (DPT, 1985, S. 360-361).

Ancak kısa süre içerisinde ciddi ve kalıcı önlemlerin alınması ile odun sunu/istem miktarı arasındaki acığın kapatılabileceği düşünülebilir. Odun hammaddesi gereksiniminin ülke odun varlığından odun üretimi ile sağlanabilmesi için ormanlardan optimum yararlanmanın planlanması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Yetiştirme ortamının dengesini bozmayacak ölçüde ormanlardan optimal düzeyde ağaç ve ağaccık bileşenlerinin üretimini amaçlayan biyokütle seçeneğine ülkemizde de gereken önemin verilmesi ile ekonomik ve sosyal açıdan büyük yararlar sağlanabilecektir.

Türkiye'nin orman ürünlerine olan bugünkü ve gelecekteki gereksinimlerini geniş ölçüde karşılamak için, var olan ormanların kuruluşlarına optimal kuruluşlara ulaştırmak ve bu ormanları sürekli ve rasyonel bir biçimde işleterek, bunlardan çok amaçlı yararlanılması, Türkiye'nin Ulusal Ormancılık Amaçlarının temelini oluşturmaktadır.

Türkiye ormanlarının potansiyelinin bilinmesi ve tam kapasite ile işletilebilmesi amaçlanarak, asli ağaç türlerimizin hacim değerlerinin belirlenmesi için 1948 yılından itibaren ülkemizde de çeşitli araştırmacılar tarafından bir çok hacim tablosu düzenlenmiştir (Erkin, 1948; Eraslan, 1954; Miraboğlu, 1955; Gülen, 1959; Kalıpsız, 1962; Alemdağ, 1962-1967; Akalp, 1978; Birler, 1983; Asan, 1984). Bu çalışma ile, Kızılağac Hacim Tabloları ve ayrıca ülkemizde ilk kez ağaç bileşenleri ve tüm ağaç için Kuru Ağırlık Tabloları düzenlenerek ağaç bileşenlerinin ağırlık olarak ta açıklanmasına çalışılmıştır. Diğer asli ağaç türlerimiz için düzenlenecek kuru ağırlık tabloları ile ormanlarımızın hem hacimsel ve hem de ağırlıksal açıdan potansiyelleri belirlenmiş olacaktır.

Gelişmesi için yeterli yaşam koşullarını bulduğu yörelerde diğer yapraklı ağaçlar içerisinde düzgün ve dolgun gövdeleri ile dikkat çeken Kızılağac'ın botanik, anatomik, palinolojik ve teknolojik nitelikleri ile yayılım, silvikültür ve ekolojik istemleri konularında özellikle son yıllarda ülkemizde çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Gürsu, 1967; Eyüboğlu, 1975; İhan ve Taşkın, 1976; Küçük, 1982; Marev, 1983; Bostancı, 1985; Gök, 1988).

Çalışmamızda Doğu Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren Sakallı Kızılağac'ın (*Ainus glutinosa* var. *barbata* (C.A.Mey.) Ledeb) Gövde Hacım Tabloları ile Biyokütle Tabloları düzenlenmiştir. Tablolardan elde edilecek bilgiler ile Kızılağac ormanlarının hacım ve kuru ağırlık değerlerinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Araştırma konusu baş bölümde işlenmiştir.

Birinci bölümde; Hacım ve Biyokütle Tabloları konularında kimi araştırmacıların çalışmaları başlıklar biçiminde tanıtılmıştır.

İkinci bölümde; Kızılağac'ların dünya ve Türkiye'deki yayılışı, yetiştirme ortamı koşulları, botanik ve silvikültürel özellikleri ile odununun teknolojik nitelikleri ve kullanım yerlerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde; Deneme alanları ve deneme ağaçlarının nitelikleri ve seçimi, araştırma yöntemleri, orman ve laboratuvarda yapılan ölçme, gözlem ve saptamalar ile bürodaki değerlendirmeler geniş ve ayrıntılı biçimde açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde; Arazi ve laboratuvar verilerinin değerlendirilmeleri ve kıyaslamaları sonucu elde edilen bulgular tablo ve grafiklerle özetlenmiştir.

Besinci bölüm ise, Araştırma sonuçları ve önerileri kapsamaktadır.



## 1. LİTERATÜR ÖZETİ

Tarihi ve bu konuda yapılan gelişmeler hakkında bilgi edinebilmek için 150 yılın üstünde bir zamandan beri yapılmakta olan bir çok hacım tablosu çalışmalarından ve özellikle son 20 yıl içerisinde büyük ilgi görmekte olan biyokütle çalışmalarından aşağıda açıklananlar seçilmiştir. Yapılan bütün çalışmaları eksiksiz göstermek gibi bir amaç saptanmamış, özellikle bu çalışma ile doğrudan ilgisi bulunanlar ve ülkemizde yapılanlar seçilmiştir.

İlk hacım tablosunu 1804 yılında Kayın için düzenleyen araştırmacının H.Von Cotta olduğu bilinmektedir. Cotta'nın konu ile ilgili görüşü özetle, " Bir ağacın hacmi; çapı, boyu ve şekline bağlıdır. Bir ağacın hacmi tam olarak belirlenmiş ise, bu hacim benzer çap, boy ve şekilde olan bütün ağaçlar için geçerlidir." biçiminde belirtilmiştir (Meyer, 1962; Peters, 1971).

İlk hacım tablolarınının 1843-1846 yılları arasında Mese, Akca-ağac, Ladin, Gökner, Cam ve Karaağac türlerinden oluşan toplam 40.220 ağacın seksiyon biçiminde ölçülmesi ile, hacmi ağac kütüğü olmaksızın ilgili göğüs çapı ve boylara göre veren "Bavyera Hacım Tabloları " olduğunu açıklamışlardır (Laer, 1950; Müller ve Zahn, 1958; Meyer, 1962).

Schrötter (1983), Kızılağac (*Alnus incana L.* Moench)'ın silvikültürel ve hasılat özellikleri konularında araştırmalar yapmış ve çift girişli gövde hacım tablosunu düzenlemiştir.

Ağac hacım tablolarınının düzenlenmesinde kullanılan yöntemler, Direkt ve Endirekt Yöntemler olarak iki gruba ayrılmaktadır (Spurr 1952). Endirekt Yöntem ile bir ağac türünün hacım tablosunun düzenlenmesi için, önce göğüs boyu şekil katsayısı çeşitli çap ve boy kademeleri için hesaplanır. Bu şekil katsayıları kullanılarak ağaçların hacimleri bulunur. Miraboğlu (1955), Türkiye'de yayılış gösteren Üç Gökner türü için düzenlediği iki hacım tablosunda bu yöntemi kullanmıştır.

Ağac hacım tablolarınının Direkt Yöntem ile düzenlenmesinde şekil katsayısı kullanılmamaktadır. Ağac hacimleri çap ve boyun fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Ağac hacım tablolarınının düzenlenmesinde ağaçlar üzerindeki ölçümlerden sağlanan noktalar dağılımının dengelenmesinde grafik ya da matematik yöntemden yararlanılır. Dengeleme işlemi daha önce kullanılmış aritmetik ve logaritmik denklemler uygulanmaktadır. En önemli hacım fonksiyonları Tablo 3.7'de verilmiştir. Türkiye'de çeşitli ağac türleri için grafik ve matematik yöntemle göre düzenlenmiş çift girişli hacım tabloları Tablo 3.8'de (S. 32) toplu halde gösterilmiştir.

Seben bölgesi Sarıçamlarına ilişkin Erkin (1948) tarafından düzenlenen ağac hacım tablosu, kabuklu gövde hacmini 10-70 cm çap ve 12-29 m boy kademeleri için vermektedir. Aynı çap ve boy kademeleri için göğüs boyu sekil katsayısı tabloları da düzenlenmiştir. Demirköy ilçesindeki sürgünden yetişmiş, müdahale görmemiş, normal kapalı, eşit yaşlı saf Meşe mescereleri için Eraslan (1954) tarafından hacım tablosu düzenlenmiştir. Bu tablo kabuklu gövde hacimlerini 6-46 cm çap ve 4-26 m boy kademeleri için vermektedir. Tomruk, maden direği ve yakacak odun çeşitlerinin yüzde oranlarını içeren bir tablo hazırlanmıştır. Ayrıca 1.5-5 cm çap sınırları arasında yarımşar santimetrelilik göğüs çapları ve 2-8 m boy sınırları arasında ise yarımşar metrelik boylar için bir hacım tablosu düzenlenmiştir.

Miraboğlu (1953), Karadeniz bölgesi ormanlarının Abies bornmülleriana ve Abies nordmanniana türleri için kabuklu gövde hacimlerini 7-100 cm çap ve 6-30 m boy kademeleri için, Akdeniz bölgesi ormanlarının Abies cilicica türü için ise, hacmi 7-70 cm çap ve 6-30 m boy kademeleri için veren tabloları düzenlemiştir.

Alemdağ (1962, 1967), Kızılçam kabuklu gövde hacım tablosunu 5-100 cm çap ve 5-35 m boy kademeleri için ve Sarıçam kabuklu gövde hacım tablosunu ise, 5-100 cm çap ve 5-36 m boy kademeleri için düzenlemiştir. Kalıpsız (1962), Doğu Kayını kabuklu gövde hacım tablosunu 7-100 cm çap ve 4-42 m boy kademeleri için düzenlemiştir. Tablo ayrıca 100 cm den büyük çaplar için silindirik boyları (h.f) içermektedir.

Evcimen (1963), Sedir kabuklu gövde hacım tablosunu 7-75 cm çap ve 3-35 m boy kademeleri için düzenlemiştir. Akalp (1978), Doğu Ladini kabuklu gövde hacım tablosunu 4-100 cm çap ve 4-50 m boy kademeleri için, Asan (1984) ise Kazdağı Göknaarı kabuklu gövde hacım tablosunu 4-75 cm çap ve 3-40 m boy kademeleri için düzenlemiştir.

Biyokütle konusunda ise aşağıdaki araştırmalar incelenmiştir.

Borowski (1964), Göğüs çapı, çap artımı ve boya dayanarak ağac kütle artım tablolarının düzenlenmesi konusunda çalışmıştır.

Doucet ve diğ. (1975), Kanada'nın Quebec eyaletinde 40 yaşındaki Çam (Pinus banksiana Lamb.) mescerelerinde yaptıkları araştırmalar ile gövde odunu, gövde kabuğu, dallar, ibreler, kozalaklar ve toplam toprak üstü biyokütle kapasitelerini hesaplamışlardır.

Alemdağ (1975-1988), Kanada'da enerjinin ormandan sağlanması projesine (ENFOR) 1975 yılında katılmış ve bugüne kadar çeşitli orman ağaçlarının biyokütle kapasitelerinin belirlenmesi ve biyokütle eşitliklerinin geliştirilmesi konularında bir çok araştırma yapmıştır. Geliştirdiği biyokütle eşitlikleri ile tek ağacın biyokütlesini; gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar ile tüm ağac için regresyon modelleri yöntemi ile septarken, gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bölümleri ile kütüğün kuru ağırlık yüzdelerini de hesaplamıştır.

Maclean-Wein (1976), Kanada'nın New Brunswick eyaletinin kuzey doğusunda yer alan ve bir çok kez yangın geçirdikten sonra 6 ağac türünün oluşturduğu geniş saf ormanların toprak üstü(kök haric) ağac biyokütle özelliklerini araştırmışlardır.

Sun ve diğ. (1976), stepa geçiş yörelerindeki Sarıçam mescerelerinde gövde, dal, ibre ve tüm ağacın yaş/fırın kurusu ağırlıklarını; göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ve boyuna bağlı olarak kestiren doğrusal ilişkileri ve öğelerin hektardaki yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını orta ağac yöntemi ile belirlemişlerdir.

Alban ve diğ. (1977), Kuzey Minnesota'da çok ince kumlu balçık toprağı üzerinde yetişen 40 yaşındaki cam, ladim ve titrek kavak mescerelerinde yaptıkları araştırmalar ile toplam ağac biyokütlesi ile besin maddesi (P, K, Mg, Ca) özelliklerini saptamışlardır.

Rehfuess (1977), azalan idare süresi ile ilişkili olarak alandan uzaklaştırılan besin maddesi miktarının arttığını ve sık yararlanma aralıkları ile özellikle genç ağaçlarda daha önceki uygulamalarda elde edilen kalın oduna kıyasla daha büyük dal, kabuk ve ibre kütlelerinin üretildiğini belirtmiştir.

Yıldırım (1978), ibreler (yapraklar), dal odun kabuğu, gövde odunu kabuğu, dal odunu ve gövde odunu sırasında azalan besin içeriği ilişkisini belirlemiş ve bu besin maddelerinin yetiştirme ortamından uzaklaşması tehlikesini açıklamıştır.

Kreutzer (1979), odunun tüm ağacın yararlanmada alandan uzaklaştırılan diğer ağac bileşenlerine kıyasla besin elementleri açısından daha fakir olduğuna işaret etmiştir. Ayrıca, yapraklı ağac odunu türleri, ibreli ağac türlerine kıyasla daha fazla besin maddeleri içerdiği için kalın odun yararlanmasında, yapraklı ağac ormanlarından ibreli ağac ormanlarına oranla daha fazla besin elementlerinin ayrılmağa olduğunu belirlemiştir.

Hakkıla (1979), yapraklı ağac odununu kısın hasatı ile (yapraksız) oluşan besin maddesi kaybının, hasatın yazın yapraklı olarak yapılmasına kıyasla fazla küçük olmadığını saptamıştır. Bu sonuca, ağaçların sonbahardaki besin maddesi dönüşümünde, yaprakların sararıp dökülmelerinden önce içerdikleri önemli besin maddelerinin büyük bir bölümünün dallara ve gövdeye geri gönderilmesi ve böylece kıs hasatının fazla önem taşımasına neden göstermektedir.

Sun (1980), Büyük Araştırma Ormanında (Antalya) Kızılcım'da yaptığı araştırmalarda ise, Orta Ağac Yöntemi ile tek ağac ve hektardaki öğelerin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını kestirmek için esitlikler geliştirmiştir.

Oderwald-Yaussy (1980), Virginia eyaletinin Appalachian bölgesindeki kırmızı mese, beyaz mese ve akcağaçların gövde odunu yaş ve kuru ağırlık tablolarını düzenlemişlerdir.

Crow-Laidly (1980), odunsu bitkilerin biyokütlelerinin belirlenmesi için kullanılabilir seçenек modelleri tablo biçiminde sunmuşlardır.



Parde (1980), biyokütle konusunda yayınlanmış makaleleri inceleyerek kapsamlı bir bibliyografik derlemeyi gerçekleştirmiştir. Biyokütle konusunun çok yönlü kavranabilmesi için bu çalışmanın kimi noktaları aşağıda özetlenmiştir.

Bilim adamları ve uygulayıcılar 1974 yılına kadar orman ağaçlarının yalnız hacımları ile ilgilenmişlerdir. Son yıllarda özellikle ağaçların yaş ağırlığına daha doğrusu kuru ağırlığına karşı duyulan büyük ilgi, aşağıdaki üç faktörün bir sonucudur.

1. Odun ticareti ve endüstrisinin 1960 lı yıllarda özellikle kağıt ve odun hammaddesi ile ilgili toptanlarında hacım birimlerine kıyasla ağırlık birimlerinin tercih edilmesinin avantajları açıklanmıştır.
2. Aynı zaman sürecinde birçok bilim adamı gittikçe artan bir ilgi ile orman ekosistemlerinin biyolojik verimliliğini ve bitki materyalinin ölçülebilir kuru ağırlığını araştırmışlardır.
3. Son olarak, petrol krizi sonucu enerji ve kimyasal maddeler için yenilenebilir doğal kaynak özelliğindeki odundan yararlanma amacı ile araştırmaların sayısı hızla artmıştır. Bu üçlü birleşim bilimsel ve teknik açıdan ormancılıkta hızlı ve büyük değişikliklere yol açmıştır.

Alman ormancı Hartig (1888), 19. yüzyılın başlarında dendrometrik ölçümlerin kuru ağırlıklar biçiminde açıklanmasının potansiyel önemini ilk belirten araştırmacı olarak bilinmektedir. Hellrigl tarafından 1974 yılında yayınlanan eserinde ( Das Holz der Rotbuche ) görüşünü şu biçimde açıklamıştır: " Belirli bir hacmin içerdiği kuru madde miktarına ilişkin bilgi, bilim ve uygulamada büyük önem taşır. Çünkü, kuru ağırlıklar kalori değerleri ve geniş kapsamlı önemli teknik özelliklerle ilişkilidir ve ayrıca bu değerlerle ilgili bilgilerle organik madde üretimini düzenleyen doğa kanunları hakkında kararlar verilebilmektedir.

Biyokütle konusuna gereken ilgiyi gösterenlerin başında Danimarka'lı Boysen-Jensen (1932) ve İsviçre'li Bürger (1923-1953) gelmektedir. Bu iki araştırmacı bugün de geçerli olan bir çok araştırmayı odun, yaprak miktarı ve artım başlıkları ile gerçekleştirmiştir. Modern çağ Senda (1932) ve Ovington (1937) ile başlamış ve bunların girişimciliği ile orman biyokütle araştırmalarının gelişimi üç büyük ilgi merkezinde; A.B.D., Japonya ve Belçika'da hızla devam etmiştir. Bu üç ülke günümüzde de bu konunun öncülüğünü yapmaktadır.

A.B.D. de Young'ın girişim ve çalışmaları ile dört özel ortaklaşa çalışma (1967-1976) tamamlanmıştır. Ayrıca Lieth (1978) tarafından, ekosistemlerin birincil üretimleri konusunda yayınlanmış orijinal makaleler, çeviriler ve yeni baskıların yer aldığı, kapsamlı bir kitap hazırlanmıştır. UNESCO ve IBP (Uluslararası Biyoloji Programı)'nin 1969 yılında Belçika'da düzenlediği konferans, 1971 yılında Duvigneaud tarafından " Orman Ekosistemlerinin Verimliliği " başlığı ile yayınlanmıştır. Japonya'da Shidei, Kim (1977) ve Kira, Ono, Hosokawa (1978)'nin orman verimliliği konusunda hazırladıkları eser IBP Sentezler Serisi'nde yayınlanmıştır.

Lamotte ve Bourliere (1978) tarafından Fransa'da hazırlanan "Ekolojinin Sorunları: Yeryüzü Ekosistemlerinin Bünyesi ve Fonksiyonu" başlıklı eser Fransa IBP Komitesince yayınlatılmıştır.

Ker (1980,1984), Güney-batı New Brunswick bölgesinde yayılış gösteren 7 ağac türü bileşenlerinin yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi için geliştirdiği biyokütle eşitliklerini açıklamıştır.

Crow (1983), Mescere yaşı ve yetiştirme ortamı endeksine göre düzenlenen bir biyokütle modeli ile, Bölgesel Bölgesi eyaletlerinde yayılış gösteren kırmızı akcağacın (*Acer rubrum* L.) biyokütlesini değişik yetiştirme ortamı ve mescere yaşlarında geçerli olabilecek biçimde belirlenebilmesi varsayımını irdelemiştir.

Metheven (1983), Dikim aralıkları 2\*2 m, yaşları 1 ile 20 arasında değişen 18 Kızılcık (*Pinus resinosa* Ait.) plantasyonu için 5 yıllık yaş sınıflarına göre geliştirdiği biyokütle eşitlikleri ile boyutsal ilişkileri araştırmıştır.

Suzuki-Tagawa (1983), Ishigaki adasındaki bir Mangrov ormanının biyokütle özelliklerini araştırmışlardır.

Kramer (1983), 40 yaşındaki bir Ladin mesceresinde yaptığı araştırmalar ile toprak üstü biyokütlesinin ; gövde odunu gövde odunu kabuğu, kabuklu dal odunu ve ibreler ölçütünde açıklamıştır. Ayrıca bu ağac bileşenlerinin N,P,K,Ca ve Mg besin maddeleri açısından özelliklerini belirlemiştir. Aynı birimdeki kuru maddelerini kıyaslayarak, ibrelerin gövde odununa kıyasla 8 kat daha fazla besin maddesi ve ayrıca kabuğun,kabuksuz oduna kıyasla 8 kat N, 15 kat P, 8 kat K, 10 kat Ca ve 5 kat Mg içerdiğini saptamıştır. Bunun sonucu olarak, tüm ağaçtan yararlanma ile ibrelerin ve kabuğun ormandan uzaklaştırılması sonucu,yetiştirme ortamının besin dengesinin olumsuz yönde etkileneceğini açıklamıştır.

Schönenberger (1984), Yeni Zelanda'nın Craigieburn bölgesinde denizden yüksekliği 1330 m olan yörede dağ kayınının (*Nothofagus solandri* Hook.) dört değişik mescere tipini,mescere biyokütleleri ve yaprak alanları açısından araştırmıştır.

Brown-Lugo (1984), Değişik tropik orman tiplerinin biyokütle yoğunluğu ve tropik ormanların toplam biyokütle kapasitelerini araştırmışlardır. Tropik ormanların toplam biyokütle miktarını  $205 * 10^{19}$  ton olarak tahmin etmişlerdir.

Campbell ve diğ. (1985), Kanada'nın batısındaki dört bölgede titrek kavak, ladin ve çam türlerinden oluşan ormanlardaki tek ağac tüm biyokütle kapasitelerinin belirlenebilmesi için yeni biyokütle eşitlikleri geliştirmişlerdir.

## 2. KIZILAĞAC İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kızılağac'ların (Ainus Mill.) Dünya ve Türkiye'deki Yayılışı

Kızılağac dünya üzerinde Winkler (1904) ve Komarow (1970)'a göre Kuzey Amerika, Avrupa, Kuzey ve Doğu Asya, Kuzey Afrika ve Güney Amerika'nın And dağlarında 17-20 türle, Hegi (1906) ve Rehder (1974)'e göre ise genellikle kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde yaklaşık 30 türle temsil edilmekte ve yayılışı göstermektedir (zit. Merav, 1983, S. 5) (Harita: 2.1).

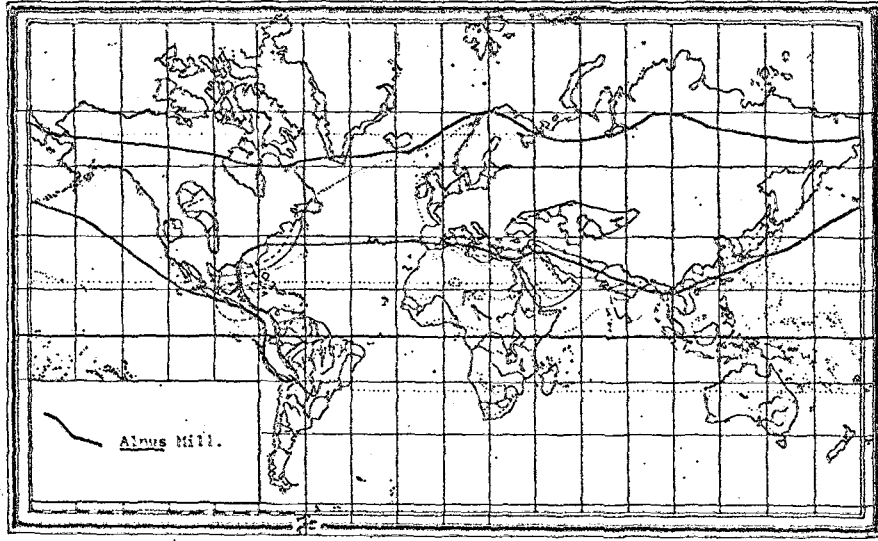
Yaltırık (1970, S. 115-121)'ın bu cinsin Türkiye'deki mevcut taksonları üzerinde yaptığı araştırmalar sonucunda, iki türle bağlı beş taksonun (Ainus glutinosa (L.) Gaertn. subsp. glutinosa subsp. barbata (C.A.Mey.) Yalt., subsp. antitaurica Yalt., Ainus orientalis Decne. var. orientalis, var. pubescens Dippel.) doğal olarak yetiştiği belirlenmiştir. Bu taksonlardan subsp. barbata Doğu Karadeniz Bölgesinde (Sinop'a kadar), subsp. glutinosa Batı Karadeniz (Sinop'a kadar iç yörelerde tek tek), Trakya, Marmara ve Ege bölgelerinde, subsp. antitaurica Adana-Dsmaniye, Maraş-Andırın dolaylarında lokal olarak, var. orientalis Güney-Batı Anadolu (özellikle Denizli-Muğla çevresinde), var. pubescens ise Güney Anadolu'da Alanya-Dsmaniye arasında yayılışı göstermektedir. Merav (1983)'in bulgularına göre, Yaltırık'tan değiştirilerek düzenlenen Harita: 2.2'de taksonların dağılışı açıklanmaktadır.

Sakallı Kızılağac ormanlarının Doğu Karadeniz Bölgesinde 35.128 ha alan kapladığı, 1980 yılı Türkiye Orman Envanterinde (1963-1972 envanter sonuçlarına göre) açıklanmıştır. Bu sonuca göre, Sakallı Kızılağac'ın Türkiye orman alanında % 0.2 lik bir alan kapladığı anlaşılmaktadır.

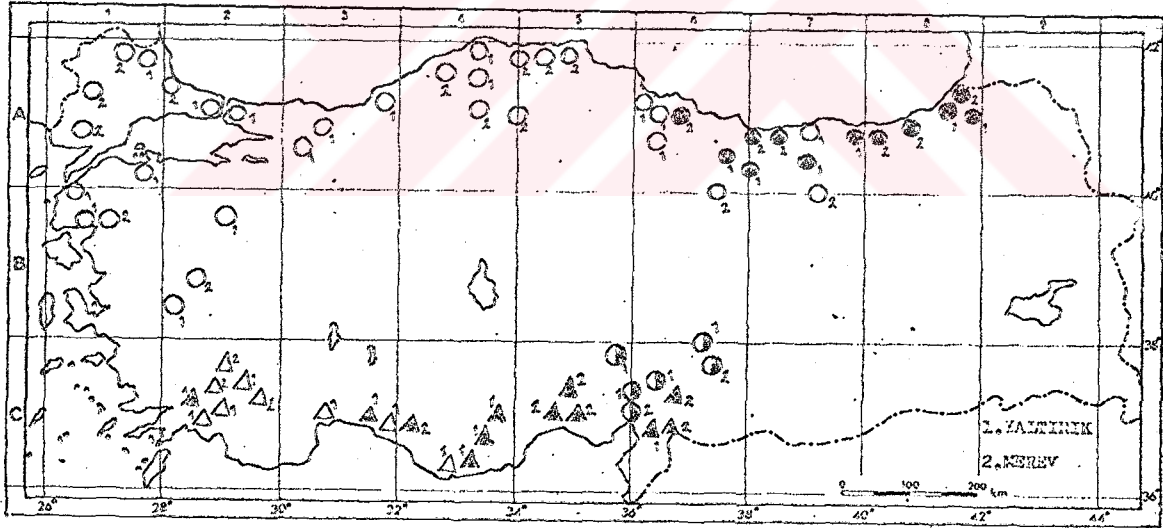
Bu çalışma ile, 1986 yılında düzenlenen yeni Amenajman Planlarındaki verilerden yararlanılarak, Trabzon, Artvin ve Giresun Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı Kızılağac saf ve karışık ormanlarında Kızılağac'ın kapladığı gerçek alanların Orman İşletme Sefliği bazında belirlenmesine çalışılmıştır. Bunun için, alan (ha) ve hacim (m<sup>3</sup>) arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayılarak, Amenajman tablosundaki alan değerleri (TA) gerçek alan (GA) değerlerine dönüştürülmüştür. Örneğin; alanı 990 ha olan KsKzKnb2 karışık mesceresinde Kızılağac'ın kapladığı gerçek alan, ilgili mescere tipi tablosundaki Kz hacim yüzdesi (% 23.2) ile 990 ha'ın çarpımı olarak yaklaşık 230 ha'dır.

Sakallı Kızılağac saf ve karışık mescerelerinin Trabzon Artvin ve Giresun Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarındaki toplam alanı (TA), 1986 yılı Amenajman Planları verilerine göre 199.648 ha olarak Türkiye orman alanının % 1 ini oluşturmaktadır. Kızılağac saf ve karışık mescereleri içerisinde yalnız Kızılağac'ın oluşturduğu gerçek alanların (GA) ise, yapılan hesaplamalar sonucu 107.331 ha olarak Türkiye orman alanının % 0.5 ini oluşturduğu görülmüştür (Tablo B.6) (S. 87)



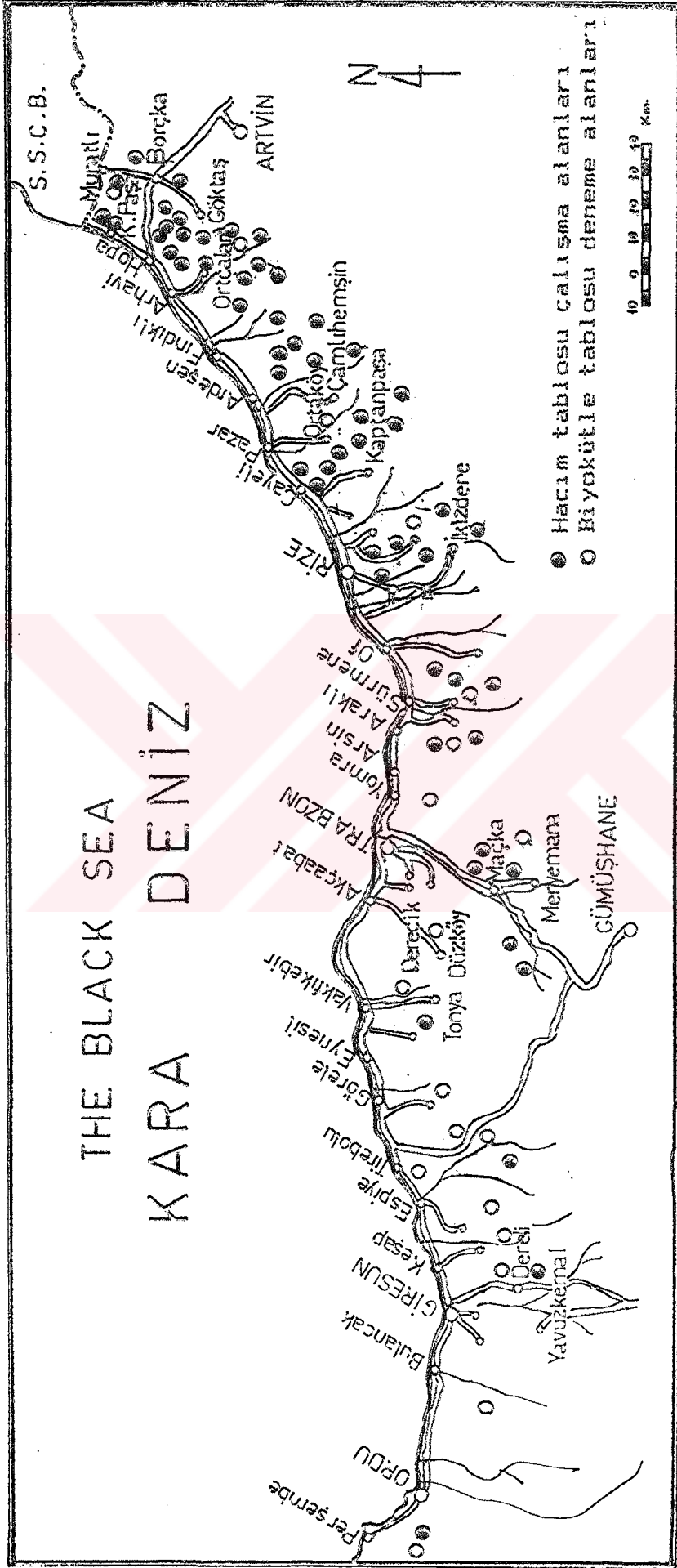


Harita 2.1: Kızılağaçların Yayılış Haritası (VINKLER'den)  
Range map of Alders (from VINKLER)



Harita 2.2: Türkiye'de Kızılağaç'ların Dağılışı (Yaltırık'tan  
değiştirilerek) (Merev, 1983, S. 6-7)  
Distribution of Alders in Turkey (be completed in  
1983 by Merev)

*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Subsp. *glutinosa*: O , Subsp. *barbata*  
(C.A.Mey.) Yalt.: ⊙ , Subsp. *antitaurica* Yalt.: ⊗ , *Alnus orient-*  
*alis* Decne. var. *orientalis*: Δ , var. *pubescens* Dippel.: ⊖



Harita 2.3: Kızılağaç Hacım ve Biyokütle Tabloları Amacıyla Alınan Çalışma ve Deneme Alanlarının Dağılımı  
The distribution of experimental areas of Alder for stem volume - and biomass tables

## 2.2. Kızılağac'ın Botanik Özellikleri

Sakallı Kızılağac (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.)'ın vatanı Kuzeydoğu Anadolu ve Kafkasyadır. Coğunlukla boylu ağac, kimi durumda da ağaccık ve çalı biçiminde bulunur. Geniş yumurta ya da elips biçimindeki yapraklar taze iken yapışkan değildir. Yaprak boyları 6-13 cm ve genişlikleri ise 4-9 cm arasında değişir. Yaprak kenarları basit ya da çift dişlidir. Yaprığın iki yüzü genç yaprakta kısa tüylüdür. Daha sonra üst yüzündeki tüyler dökülür. Alt yüzü açık yeşildir. Damarların birleşim noktalarındaki açık sarı-kırmızı renkteki tüy demetlerinden ötürü " Sakallı Kızılağac " adı verilmiştir. Kozalakçık küçük, meyve yuvarlakça, ucu sivri ve çok dar kanatlıdır (Kayacık, 1967, S.36).

Sakallı Kızılağac sahil arazisinde, dere iclerinde, nemli yamaçlarda bulunur. 1800 m yüksekliklere kadar çıkabilir (Camlihemsin: Ayder-1800 m). Saf mescereler oluşturduğu gibi, genellikle diğer yapraklı ağaçlar ile karışıma girer. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), Gürgen (*Carpinus orientalis* Mill.), Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Ladin (*Picea orientalis* L.), Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve Meşe (*Quercus* sp.) ile karışık mescereler oluşturmaktadır (Camlihemsin: Kito-1520 m, Borçka: Karsıköy-820 m, Çankurteran-810 m, Dereli: Çal-1040 m, Tirebolu: Gavraz-850 m, Macka: Hamsiköy-1540 m, Sahinkaya-810 m, Akarsu-1280 m, Ardesen: Yaylacılar-960 m, Df: Ancuma-750 m, Akcaabat: Karadağ-850 m, İkizdere: Cimil-1380 m, Arhavi: Mağara boğazı-710 m v.d.).

Batu ve Kepücü, henüz tamamlanmamış olan Kızılağac Hasılat Çalışmaları için, 1000 m den daha yüksek bölgelerde (Trabzon: Akpınar-1090 m, Gökçehisar-1140 m, Uçarsu-1120 m, Ordu: Karadüz-1150 m, Tirebolu: Gavraz-1030 m, Borçka: Çiftköprü-1000 m) de deneme alanları almışlardır.

## 2.3. Kızılağac'ın Yetiştirme Ortamı Koşulları

Konum, bir ekosistemin dünya üzerinde ve belirli bir bölgedeki yerini ve jeomorfolojik özelliklerini belirtmeye yarayan bir terimdir (Cepel, 1978, S.24). Sakallı Kızılağac ormanlarının genel konumu, Greenwich'e göre  $37^{\circ} 47' - 41^{\circ} 33'$  Doğu Boylamları ile Ekvator'a göre  $40^{\circ} 41' - 41^{\circ} 32'$  Kuzey Enlemleri arasındaki Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Sakallı Kızılağac jeomorfolojik oluşum bakımından sahil arazisinden orman sınırına kadar (Camlihemsin: Ayder-1800 m) geniş bir yükseklik dağılımı göstermektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesi her mevsim yağış alan ılıman bir bölge olarak kabul edilmektedir. Yağmur deniz yönünden gelmekte ve yıllık yağış miktarı kimi yörelerde 2400 mm' nin üzerine çıkabilmektedir (Çölesan, 1960, S. 110-119). Yağışın aylara dağılısının düzensiz olduğu Tablo 2.1'de görülmektedir. Sıcaklık ve yüzde bağıl nem miktarları yüksektir. Araştırma alanı Türkiye'nin makro iklim bölgelerinden Karadeniz iklimi içinde yer almaktadır. Karadeniz iklimi her mevsim yağışlı olup sıcaklık açısından deniz iklimi özelliği taşır. Yağış ve sıcaklık şartlarına göre Doğu Karadeniz

Tablo 2.1 : Doğu Karadeniz Bölgesi Meteoroloji İstasyonları İklim Verileri  
The Blacksea region meteorology stations climate data

İklim Verileri Climate data	A Y L A R .. M O N T H S												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Ortalama yağış (mm)	131.0	110.5	98.2	79.1	63.6	70.2	78.5	94.0	128.7	137.1	143.9	127.8	1262.7
Ortalama sıcaklık C°	7.0	7.1	7.9	11.1	15.4	19.8	22.3	22.5	19.6	16.0	12.7	9.3	14.2
% Bağıl nem	70	72	75	78	81	78	79	79	79	79	75	70	75
O R D U H = 4 m.													
Ortalama yağış (mm)	118.5	101.0	101.7	74.4	55.9	70.1	75.7	78.2	101.4	111.1	119.0	128.8	1135.2
Ortalama sıcaklık C°	5.8	6.5	7.4	10.7	14.6	19.8	22.1	21.9	19.1	15.3	12.0	8.7	13.7
% Bağıl nem	71	73	78	79	80	76	77	77	78	74	70	70	76
A K Ç A A B A T H = 10 m.													
Ortalama yağış (mm)	83.1	57.6	48.4	41.7	38.4	32.4	30.9	42.9	61.1	104.2	75.4	71.4	687.3
Ortalama sıcaklık C°	7.6	7.1	8.5	11.6	16.1	20.0	22.5	22.7	20.0	15.6	12.9	10.0	14.6
% Bağıl nem	69	71	74	77	78	74	74	76	76	75	71	68	74
T R A B Z O N H = 30 m.													
Ortalama yağış (mm)	86.7	65.1	57.6	55.0	53.9	47.4	33.9	43.3	72.2	104.1	94.6	84.3	798.1
Ortalama sıcaklık C°	7.2	7.3	8.1	11.5	15.8	20.0	22.6	22.6	19.6	16.1	12.8	9.4	14.4
% Bağıl nem	68	70	73	75	79	76	75	74	74	73	71	67	73
R I Z E H = 4 m.													
Ortalama yağış (mm)	247.4	199.4	168.4	102.1	103.2	132.0	144.9	197.9	255.8	267.6	261.8	251.8	2332.2
Ortalama sıcaklık C°	6.6	6.8	17.9	11.5	15.8	19.9	22.3	22.4	19.6	15.9	12.3	8.6	14.1
% Bağıl nem	73	75	76	79	81	79	81	82	82	80	78	73	78
H O P A H = 33 m.													
Ortalama yağış (mm)	195.2	151.1	123.8	85.3	81.2	127.0	132.3	163.0	222.5	276.4	201.4	218.6	1977.9
Ortalama sıcaklık C°	7.4	8.3	8.8	12.0	15.8	19.8	21.9	21.7	18.2	15.6	13.0	9.8	14.3
% Bağıl nem	62	63	71	75	79	77	82	83	82	78	66	60	74
A R T V I N H = 957 m.													
Ortalama yağış (mm)	75.4	73.2	56.3	50.8	47.6	49.0	26.9	28.0	36.0	59.4	71.1	87.5	661.0
Ortalama sıcaklık C°	2.7	4.0	7.1	11.7	15.7	18.9	20.8	20.9	17.9	13.6	9.5	4.7	12.3
% Bağıl nem	64	64	62	60	64	68	71	70	69	66	64	64	65



ait tipindedir. Kışları ılık, yazları oldukça fazla sıcak, çok yüksek yağışlıdır (Erinc, 1962).

Doğu Karadeniz Bölgesi İklim Tipleri ve Su Bilançoları, Marev (1983, S. 25) tarafından Thornwite yöntemine göre septanmış ve aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

Giresun Yöresi : A C<sub>1</sub>r b<sub>4</sub> harfleri ile tanımlanan çok nemli iklimler kuşağında, mikrotermal (düşük sıcaklıktaki iklim), su noksanı olmayan teli iklim ve ozeanik şartların etkisinde iklim tipindedir.

Trabzon Yöresi : B<sub>3</sub>B<sub>1</sub>r<sup>1</sup> a harfleri ile tanımlanan nemli iklimler kuşağı içinde, mezotermal, su noksanı olmayan, deniz etkisinde teli iklim tipindedir.

Rize Yöresi : A C<sub>1</sub>r b<sub>4</sub> harfleri ile tanımlanan çok nemli iklimler kuşağı içinde, mikrotermal, su noksanı olmayan teli iklim ve deniz etkisinde olan iklim tipindedir.

#### - Toprak

Ata ve Kalay tarafından yürütülmekte olan Kızılağaç Silvikültürü Çalışmaları, tamamlanmamış olmakla birlikte, elde edilen bulgulara göre, Kızılağaç organik maddelere zengin, derin ve çok derin gevşek topraklarda en iyi gelişmesini yapmaktadır. İklim bakımından da bu ortamlar sahil kuşağındadır.

Kızılağaç, tamamen su altında bulunmayan fakat su baskınlarının olduğu yerlerde, akarsu kenarlarında iyi gelişir. Kızılağaçın yetingenliği, diğer bir deyişle fakir topraklarda da yaşaması, bu ağacın toprağı düzeltici (islah) bir özellikte olduğundandır. Kızılağaç köklerinde bulunan yumruların (nodosit) içerisindeki mantarların havanın azotunu alarak toprağı islah ettiği bilinir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde jeolojik çağ bakımından kretase ve özellikle üst kretase yaygındır. Üst kretase volkanik örtülerin ve tüflerin bol olmasıyla tanımlanmaktadır (Gülçur, 1952, S.162). Gattinger ve diğ. (1962)'e göre, Doğu Karadeniz Bölgesinde Karadeniz ile Coruh nehri arasında kalan alanda tektonik ve stratigrafik açıdan pentisler vardır. Bu kütlelerin yapısı karmaşıktır. Schiehl ve diğ. (1963)'nin araştırmalarına göre, İkizdere vadisinde kolay ayrışabilir tüf, parçalanmış bazalt, dasit ve andezit volkan kayaları bulunurken 450 m deniz yüksekliğinden sonra granit, granodiyorit ve kenar granitgneys fasiyesi başlamaktadır. Altın (1970)'ye göre, Rize plütunu içerisinde çok büyük bir alanı kaplayan magmatitlere " İkizdere granit karmaşığı " adı verilmektedir. Önemli taş türleri olarak, granit-granodiyorit, asit ve bazik segregasyonlar ve kimi dayklar belirtilebilir.

#### 2.4. Kızılağaç'ların (*Ainus glutinosa*, *Ainus barbata*) Silvikültürel Özellikleri ve Mescere Kuruluşları

Adi Kızılağaç (*Ainus glutinosa* L.) genellikle ısık ağacı özelliğindedir. Ancak optimal yetiştirme ortamlarında yüksek ısık gereksinimi azalır. Gelişmesi için yeterli yaşam koşullarını bulduğu yörelerde (gevşek balçıklı toprak, taban suyu zengin) diğer bütün yapraklı ağaçlar içerisinde en düzgün ve dolgun gövdeleri oluşturur ve 30 m ye kadar boy yapabilir.

Sakallı Kızılağac (Alnus barbata)'da Adi Kızılağac gibi yüksek boylar ve düzgün gövdeler oluşturur. Silvikültür açısından Adi Kızılağac'tan farklılığı ise, daha hızlı büyümesi ve doğal yasan alanının Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi ve Kafkasya ile sınırlı oluşudur. Özellikle Rize bölgesinde dere kenarlarında ve alçak yörelerde, rutubetli yamaçlarda iyi nitelikteki saf mescereleri geniş bir yayılım gösterir. Kızılağac bu yörelerde halk tarafından yapay yöntemlerle de yetistirilir. Toprak istekleri açısından Adi Kızılağaca benzer, ancak yayılışından rutubet isteginin daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca gençlikte daha hızlı ve kuvvetli bir büyüme yapar. Bu nedenle doğal yayılış alanları dışında uygun topraklarda (örneğin Belgrad ormanı) iyi gelişme gösterirler (Saatcioğlu, 1976, S. 314).

Ağac türlerinin ölü örtüsünün ayrışma hızları bir ıskalada açıklanmıştır. Bu ıskalada, ağac türleri ölü örtüsü en cabuk ayrışandan en zor ayrışana doğru açıklanırken, Adi Kızılağacın ikinci sırayı aldığı görülmektedir (İrmak ve Cepel, 1974, S. 74).

Kızılağac'ın koru ormanı özelliğinde yetiştirilmesinden başka Adi ve Sakallı Kızılağaçların ıslaklığa kadar giden rutubetli, bataklık ve longos ormanı tipindeki yetişme ortamlarında kızılbaş baltalığı biçiminde yetiştirilmesi yaygındır. Trakya'nın Demirköy ilçesine bağlı İgneada kıyı seridine yakın, derelerin su bastığı yerlerde; Sakapınarı Gölü, Kocagöl ve Erikli Göl Longos ormanları 96713 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. Pamay (1967), bu ormanlarda yer alan Adi Kızılağac'ın (Alnus glutinosa) 50 yıllık bir dönem sonundaki Genel Ortalama Hacim Artımını 20 m<sup>3</sup>/ha olarak bulmuştur (zit. Eraslan, 1985, S. 19). Bu türler özellikle rutubetli balçık toprakları üzerinde yetişirler. Taban suyunun zaman zaman yükselip alçaldığı ya da yatay yönde aktığı yerlerde yetişen kızılbaşlıklara " Bataklık Kızılağac Ormanı " denir. Kızılağac kütükleri bu tür iyi yetişme ortamlarında bol ve kuvvetli sürgün yaparlar. Kızılağaçların sürgün verme yeteneği çok yüksektir ve ileri yaşlara dek sürer. Amaca ve yetişme ortamı özelliklerine göre 30-40 yıllık idare süresi ile işletilebilir. Kızılağac baltalığında ağaçlar 20-25 m lik mescere boyları ile koru ormanına en çok benzeyen tablolar sergilerler (Saatcioğlu, 1971, S. 506).

Kızılağac odununun değerli oluşu nedeniyle baltalık işletme biçiminde uygulanacak aralama dereceleri önemlidir. Kuvvetli aralama ile en kalın ve en düzgün sürgünler korunur ve bunların iyi tepe ve gövde yapmaları amaçlanır. Dere kenarlarındaki Kızılağaclıklardan sağlanan 2-5 yaşındaki topraklı ya da topraksız yabancı fidanlar, toprak işlenmesi yapılmayan alanlarda 50 \* 50 cm ya da 100 \* 100 cm lik aralıklarda çukur dikimi yöntemi ile dikilir. Tesisin baltalığa çevirme kesimi 8-10 yıl sonra taşlama ile yapılır. Bir kütüğün veriminden 60-80 yıl yararlanılabilir.

Orta Avrupa'daki deneyimlere göre, bakımlı bir Kızılağac baltalığının ortalama hacim artımı birinci bonitette 9-10 m<sup>3</sup>, ikinci bonitette 6.5-7.5 m<sup>3</sup> ve üçüncü bonitette ise 4-5 m<sup>3</sup> tür. Dal odunu oranı ise, birinci bonitette % 10, ikinci bonitette % 12-13 ve üçüncü bonitette ise % 17-24 tür. Kızılağac baltalığı uygun yetişme ortamlarında diğer ağac türlerinden daha iyi gelişir (Saatcioğlu, 1971, S. 506).

## 2.5. Kızılağac Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri

Kızılağac odununun rengi, kırmızımsı beyazla açık kırmızımsı kahverengi arasında değişik tonlarda olmaktadır. Boyuna kesitlerde öz lekelerine rastlanır. Kimi kızılağaçların odunlarında patolojik öz odunu oluşumu görülür. Odunu yumuşak, hafif, kolay yarılr ve işlenebilir. Çalışması azdır. Direnc özellikleri düşüktür. Rutubetten etkilenmesi sonucu ardaklanma oluşur ve zamanla çürür (Bozkurt ve Böker, 1981, S. 335, Bostancı, 1985).

Gürsu (1967), Meryemana Araştırma Ormanında Sakallı Kızılağac odunları üzerinde yaptığı araştırmalar ile, bu türün teknik özelliklerini belirlemiştir. Kızılağac odunu ile, Kavak, Gökner ve Sarıçam odununun teknolojik özellikleri toplu olarak Tablo 2.2'de gösterilmiştir. Böylece Kızılağac odununun tam kuru özgül ağırlığı 0.486 g/cm<sup>3</sup>, basınc direnci 458 kg/cm<sup>2</sup> ve eğilme direncinin 838 kg/cm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir.

Kızılağac odunu; kontrplak, mobilyacılık, dökümcü modelleri, kibrit, kursun kalem, tornacılık, oymacılık gibi alanlarda yoğun miktarda kullanılmaktadır.

Tablo 2.2: Kızılağacın kavak ve kimi ibreli ağaçların teknolojik özellikleri ile kıyaslanması (Gürsu, 1967, S. 29)  
Comparison of technological properties of Alder with Poplar and some conifers

Ağac türü Tree species	Tam kuru özgül a. oven-dry sp. grav. g/cm <sup>3</sup>	Basınc direnci compression st. kg/cm <sup>2</sup>	Eğilme direnci bending st. kg/cm <sup>2</sup>
Kızılağac (Ainus barbata)	0.486	458	838
Karakavak (Populus nigra)	0.410	350	650
Gökner (Abies bornmülleriana)	0.405	358	708
Sarıçam (Pinus silvestris)	0.496	379	649

Tablo 2.3: Kızılağaç (*Alnus barbata* L.)'in kimi özellikleri  
(Erten, 1985, s. 89-110)  
Some properties of Alder (*Alnus barbata* L.)

Nemsiz tabana göre üst kalori değerleri (cal/gr) Gross calorific values of oven-dry samples (cal/gr)								
Gövde-Odun Stem-Wood		Dal-Odun Branch-Wood		Gövde-Kabuk Stem-Bark		Dal-Kabuk Branch-Bark		
4602		4626		5122		4951		
Nemsiz tabana göre alt kalori değerleri (cal/gr) Net calorific values of oven-dry samples (cal/gr)								
Gövde-Odun Stem-Wood		Dal-Odun Branch-Wood		Gövde-Kabuk Stem-Bark		Dal-Kabuk Branch-Bark		
4287		4311		4607		4636		
Gövde-Dal/Odun örneklerinin yaklaşık analiz sonuçları Proximate analysis values of stem and branch wood samples								
Gövde-Odun Stem-Wood			Dal-Odun Branch-Wood					
Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)	Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)	Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)
0,44	75,87	14,69	0,57	76,41	14,49			
Gövde-Dal/Kabuk örneklerinin yaklaşık analiz sonuçları Proximate analysis values of stem and branch bark samples								
Gövde-Kabuk Stem-Bark			Dal-Kabuk Branch-Bark					
Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)	Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)	Kül Ash (%)	Uçucu mad. volatile (%)	Sabit karbon fixed carbon (%)
2,12	64,38	23,02	2,09	66,11	22,28			



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Doğu Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren Sakallı Kızılağacın Gövde Hacım ve Biyokütle Tablolarını düzenleyebilmek için, bu türün doğal yayılış alanı içerisinde, Perşembe ile Hopa/Kemalpaşa arasında kalan bölgede, değişik yükseklik, bakı, eğim, röliyef özelliğindeki meşcerelerde deneme alanları ve deneme ağaçları alınarak gerekli ölçüm ve saptamalar yapılmıştır. Deneme ağaçlarının alındığı alanlar Harita No.2.3 (S.12)'te gösterilmiştir.

Hacım ve Biyokütle Tablolarının düzenlenmesinde matematik yaklaşım kullanılmış, denklem katsayılarının hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi uygulanmıştır.

#### 3.1. Deneme Alanları ve Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi

##### 3.11. Hacım Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi

Kızılağac Gövde Hacım Tablolarının yayılış bölgesinde kullanılabilmesi için, değişik ekolojik koşullarda ve çeşitli meşcere yapılarında ve yaşlarda, saf 55 Kızılağac meşceresinin değişik çap ve boy kademelerinde 510 deneme ağacı seçilmiştir. Deneme ağaçlarının canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli, sağlıklı gibi özellikte olmasına özen gösterilmiştir. Hacım çalışmasının ana aşamaları Grafik 3.1 (S. 20)'de gösterilmiştir.

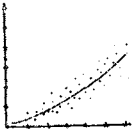
##### 3.12. Biyokütle Deneme Alanları ve Deneme Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi

Biyokütle Tablolarının düzenlenmesi için, çeşitli gelişim çağlarında, değişik yetiştirme ortamı ve kapalılık derecelerinde müdahale görmemiş saf Kızılağac meşcereleri alınmıştır. Bu amaç için literatürde işaret edildiği gibi, 0.04 ha (20 m \* 20 m) büyüklüğünde deneme alanları kullanılmıştır (Alban, 1978; Alemdağ, 1980; Metheven, 1983). Deneme alanı seçiminde ve ölçümlerde Alemdağ (1980) tarafından geliştirilmiş olan regresyon modelleri yöntemi uygulanmıştır.

Deneme alanındaki 5.1 cm göğüs çapından büyük olan bütün ağaçların çapları ölçülmüştür. En küçük ve en büyük çaplar arasındaki fark, 5 cm lik çap kademelerinin kaç adet olacağını belirtmiştir. Her 5 cm lik çap kademelerinden ve bu kademelerdeki değişik yükseklikteki boylardan en az ikiser tane tepesi sağlam ortalama sağlıktan deneme ağacı alınmıştır. Kullanılan yöntemeye uygun şekilde toplam 86 adet deneme ağacı seçilmiştir. Bu yöntemin ana aşamaları Grafik 3.2 (S. 20)'de gösterilmiştir.

Mescerelerin ve deneme ağaçlarının secimi
Yetiştirme ortamı ve mescere değerlerinin yazılması Gövdelerin göğüs çaplarının ölçülmesi Deneme ağaçlarının secimi
Deneme ağaçlarının kesilmesi Yatık ağaçlarda, kütükte ve 1.3 m den itibaren her 2 m de çevre ve kabuk kalınlıklarının ölçülmesi
Regresyon analizi Hacim fonksiyonunun secimi

Grafik 3.1: Hacim çalışmasının ana aşamaları  
The major moments of volume study



Mescerelerin ve deneme alanlarının secimi
Yetiştirme ortamı ve mescere değerlerinin yazılması Gövdelerin göğüs çaplarının ölçülmesi Deneme ağaçlarının secimi Dikili ağaçların ölçümü
Deneme ağaçlarının kesilmesi Yatık ağaçların ölçülmesi Ağacı gövde, yaşayan ve ölü dallar, dalcık ve yapraklar ile meyve bileşenlerine ayırmak Gövde, yaşayan ve ölü dallar, dalcık ve yapraklar ile meyvelerin tartılması
Rutubet miktarının belirlenmesi için örnek gövde kesitleri, dallar, dalcık ve yapraklar ile meyvelerin secimi ve tartılması
Gövde kesitleri ve örnek dalların bileşenlerine ayrılması örneklerin kurutulması ve tartılması
Gövde, dallar, dalcık ve yapraklar ile meyve ağırlıklarının belirlenmesi
Regresyon analizi Biyokütle fonksiyonunun secimi

Grafik 3.2: Biyokütle çalışmasının ana aşamaları  
The major moments of biomass study

Tablo 3.1: Deneme ağaçlarının alındığı yerlerin özellikleri  
The place and properties of experimental areas

Alan No Nr	Deneme alanının konumu The site of ex. areas		Alanların özellikleri The properties of ex. areas					
	İşletme For. dis.	Bölge/Seri for. subdist.	D.yük. Aiti. m	Bakı Slp.	Eğim Slo. %	Kap. Clo.	Bon. Site	Röliyef Relief
1	Pazar	Papatya köyü	190	NW	40	0,8	III	Tepe
2	RİZE	Köprülü köyü	560	NE	41	1,0	III	Tepe
3	RİZE	Gölgeli köyü	130	SW	36	0,9	III	Üst yamaç
4	RİZE	İkizdere/Cimil	1810	NW	34	0,8	V	Tepe
5	RİZE	Selimiye köyü	595	SW	32	1,1	I	Üst yamaç
6	Pazar	Papatya köyü	180	NW	41	1,1	I	Tepe
7	Pazar	Şenyuva/Çamlı.	1520	SE	21	0,8	IV	Tepe
8	Pazar	Şenyuva/Çamlı.	1360	NE	35	0,9	IV	Tepe
9	Pazar	Şenyuva/Çamlı.	810	NE	10	0,8	III	Alt yamaç
10	Pazar	Şenyuva/Çamlı.	790	NE	12	0,8	II	Alt yamaç
11	Pazar	Çayeli	95	E	10	1,0	I	Alt yamaç
12	Pazar	Pazar mah.	20	-	0	1,0	I	Taban
13	Arhavi	Hopa/Yoldere	130	NE	25	0,8	II	Orta yam.
14	Arhavi	Hopa/Koyuncu	340	SW	33	0,9	I	Tepe
15	Borçka	Karşıköy/Arak.	820	NE	47	0,8	II	Üst yamaç
16	Borçka	Çifteköprü	810	SE	36	0,9	IV	Üst yamaç
17	Dereli	Merkez/Çal	1040	NW	44	0,7	IV	Üst yamaç
18	ORDU	Merkez/Pers.	790	N	18	0,9	IV	Üst yamaç
19	Tirebolu	Harsit/Gavraz	850	NW	46	0,8	III	Tepe
20	Maçka	Hamsiköy/Ham.	1540	E	40	0,7	V	Tepe
21	Sürmene	Of/Ancuma	750	SW	30	0,9	IV	Orta yam.
22	Sürmene	Araklı/Yonca.	160	E	10	0,9	II	Alt yamaç
23	TRABZON	Akçaabat/Kar.	850	NE	42	0,8	V	Üst yamaç
24	Maçka	Şahinkaya/Ça.	810	E	30	0,9	III	Orta yam.
25	Maçka	Merkez/Akarsu	1280	SW	38	1,0	IV	Tepe
26	Pazar	Yemişli köyü	180	E	40	1,1	III	Üst yamaç
27	Pazar	Ardeşen/Yay.	960	N	14	0,9	I	Tepe
28	RİZE	İkizdere/Cimil	1360	NW	32	0,8	V	Tepe
29	TRABZON	Vakfıkebir/K.	835	SW	38	1,0	IV	Üst yamaç
30	Arhavi	Merkez/Kaya.	550	NW	44	0,9	V	Üst yamaç
31	Arhavi	Merkez/Kaya.	500	NW	52	0,8	II	Tepe
32	Arhavi	Başköy	560	SW	40	1,1	II	Orta yam.
33	Arhavi	Yıldızlı köyü	630	S	53	0,8	II	Üst yamaç
34	Arhavi	Kale mah.	20	W	36	0,9	IV	Orta yam.
35	Arhavi	Arhavi/Magara	710	NW	16	0,8	V	Alt yamaç
36	Pazar	Fındıklı/Gürcü	690	SW	22	1,0	III	Alt yamaç
37	Arhavi	Hopa/Hendek	360	SE	45	0,9	II	Üst yamaç
38	Arhavi	Hopa/Hendek	160	NW	47	0,8	I	Orta yam.
39	Arhavi	Hopa/Koyuncu	350	SE	42	1,0	II	Orta yam.
40	Arhavi	Hopa/Cankurta.	560	SW	54	0,8	III	Tepe
41	Arhavi	Kemalpaşa/Mer.	90	N	22	1,0	IV	Alt yamaç
42	Arhavi	Kemalpaşa/Koha	340	NW	44	0,9	III	Üst yamaç
43	Arhavi	Kemalpaşa/Üç k.	270	N	42	0,8	IV	Orta yam.
44	Pazar	Merkez/Kantarlı	810	N	28	0,8	III	Üst yamaç

Tablo 3.1'in devamı

45	Pazar	Cumhuriyet mah.	30	N	29	1,0	II	Alt yamaç
46	Pazar	Aktepe köyü	350	SW	48	0,7	III	Üst yamaç
47	Pazar	Ardegen/Yayla.	850	SW	43	0,8	IV	Üst yamaç
48	Pazar	Ardegen/Yayla.	930	N	21	0,7	II	Üst yamaç
49	Pazar	Ardegen/Ardeş.	680	S	38	0,9	IV	Üst yamaç
50	Pazar	Çayeli/Cumhur.	70	S	42	0,9	III	Alt yamaç
51	Sürmene	Köprübaşı mah.	390	NW	5	1,1	V	Taban
52	Pazar	Ocak köyü	100	SE	30	1,1	II	Orta yam.
53	Sürmene	Köprübaşı mah.	210	N	14	0,9	II	Orta yam.
54	Sürmene	Araklı/Yolgören	110	NW	23	1,0	II	Orta yam.
55	Maçka	Sevinç köyü	380	N	35	0,9	IV	Üst yamaç

Tablo 3.2: Biyokütle deneme alanlarının konumu ve özellikleri  
The place and properties of biomass experimental areas

Alan Deneme alanının konumu Area The site of ex. areas		Deneme alanının özellikleri The properties of ex. areas						
No			Den.y.	Bakı	Eğim	Kap.	Bon.	Röliyef
Nr	İşletme	Bölge/Seri	Alti.	Slp.	Slo.	Clo.	Site	Relief
	f.dist.	f.subdistrict	m		%			
1	Sürmene	Köprübaşı mah.	210	N	14	0,9	V	Orta yamaç
2	Pazar	Ocak köyü	360	NW	24	1,1	I	Alt yamaç
3	Sürmene	Araklı/Yol g.	110	NW	23	1,0	II	Orta yamaç
4	Maçka	Sevinç köyü	380	N	35	0,9	II	Alt yamaç
5	TRABZON	Yomra/Gürsel m.	25	-	0	1,0	III	Taban
6	Arhavi	Hopa/Hopa	630	N	18	0,8	I	Üst yamaç
7	Arhavi	Kemalpaşa/Koha	45	-	0	0,9	II	Taban
8	Arhavi	Merkez/Arhavi	410	-	0	0,8	III	Taban
9	RIZE	Yemişli köyü	530	E	15	0,8	III	Orta yamaç
10	TRABZON	Akçaabat/Kara.	1510	E	5	0,8	V	Üst yamaç
11	GİRESUN	Merkez/Kesap	810	N	22	0,8	I	Üst yamaç
12	GİRESUN	Merkez/Aksu	10	-	0	0,9	III	Taban
13	Bulancak	Merkez/Bulancak	870	NE	16	0,7	IV	Üst yamaç
14	ORDU	Merkez/Perşembe	740	N	5	0,9	IV	Üst yamaç
15	Tirebolu	Akılbaba/Ayı d.	995	N	8	0,8	V	Taban
16	Tirebolu	Harsit/Gavraz	690	NE	5	1,0	III	Taban
17	Espiye	Antabük mah.	15	-	0	1,0	IV	Taban
18	Tirebolu	Merkez/Görece	430	N	21	0,9	I	Orta yamaç
19	TRABZON	Vakıkebir/Çar.	15	-	0	0,9	II	Taban



Tablo 3.3: Deneme ağaçlarının alındığı alanların yetiştirme ortamı faktörlerine dağılışı  
The distribution of experimental areas to the site index

Orman İşl.Md. Dir.for.serv.	N	Denizden y. Altitude (m)	N	Bakı Slp.	N	Eğim Slo. (%)	N
TRABZON	2	0- 500	25	N	9	0-3	1
Sürmene	5	500- 750	10	NE	7	3-9	1
Maçka	4	750-1000	13	NW	13	9-17	7
RİZE	5	1000-1250	1	S	3	17-36	18
Pazar	19	1250-1500	3	SE	5	36-58	28
Arhavi	15	1500-	3	SW	10		
Borçka	2			E	5		
Dereeli	1			W	1		
Tirebolu	1			-	1		
ORDU	1			N	1		
<b>Toplam-Total</b>	<b>55</b>		<b>55</b>		<b>55</b>		<b>55</b>
Kapalılık Closure	N	Bonitet Site index	N	Röliyef Relief	N		N
0,7	4	I	7	Tepe-Top	14		
0,8	18	II	13	Üst yamaç-u.slope	19		
0,9	17	III	13	Orta yamaç-m.slope	11		
1,0	10	IV	14	Alt yamaç-b.slope	9		
1,1	6	V	7	Taban-Base	2		
<b>Toplam-Total</b>	<b>55</b>		<b>55</b>		<b>55</b>		<b>55</b>

Tablo 3.4: Biyokütle deneme alanlarının yetiştirme ortamı faktörlerini dağılışı  
The distribution of biomass experimental areas to the site indexes

Orman İşl.Md. Dir.for.serv.	N	Denizden yük. Altitude (m)	N	Bakı Slp.	N	Eğim Slo. (%)	N
TRABZON	3	0- 500	11	N	7	0-3	6
Sürmene	2	500- 750	4	NW	2	3-9	4
Maçka	1	750-1000	3	NE	2	9-17	3
RİZE	1	1000-1250	-	E	2	17-36	6
Pazar	1	1250-1500	-	-	6		
Arhavi	3	1500-	1				
GİRESUN	2						
Bulancak	1						
ORDU	1						
Tirebolu	3						
Espiye	1						
<b>Toplam-Total</b>	<b>19</b>		<b>19</b>		<b>19</b>		<b>19</b>

Tablo 3.4'ün devamı

Kapalılık Closure	N	Bonitet Site index	N	Rölief Relief	N
0,7	1	I	4	Tepe-Top	-
0,8	6	II	4	Üst yamaç-u.slope	5
0,9	7	III	5	Orta yamaç-m.slope	4
1,0	4	IV	3	Alt yamaç-b.slope	2
1,1	1	V	3	Taban-Base	8
<b>Toplam-Total</b>	<b>19</b>		<b>19</b>		<b>19</b>

Tablo 3.5: Biyokütle deneme ağaçlarının çap-boy sınıflarına göre dağılışı  
The distribution of biomass sample trees by diameter-height classe

Çap Dbh (cm)	N	Boylar - Heights (m)																	
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
7	3	2						1											
8	1	1																	
10	3	1		1								1							
11	5	1			1	1	1				1	1							
12	3							1			1	1							
13	3				1			1					1						
14	4			1				1				1	1						
15	8		1		2	1		4											
16	5					1	3	1											
17	6	2	2			2													
18	4	1					1				1		1						
19	5	1					1	1		2									
20	4	1			1				1		1								
21	3							1			1					1			
22	4						1		1		1		1						
23	1								1										
24	3										2					1			
25	5						1	2	1	1									
26	2								2										
27	1								1										
28	5								1		2		2						
29	4							1				2	1						
32	3																2	1	
38	1																		1
<b>Toplam</b>	<b>86</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>



### 3.2. Deneme Alanları ve Laboratuvarda Yapılan Ölçme ve Saptamalar

1982 yılında başlayan arazi çalışması 3 yıl devam ederek 1986 yılında tamamlanmıştır. Araştırmaya konu olan materyal, Kızılağaç-ın doğal yetiştirme ortamını kapsayacak biçimde Trabzon, Giresun ve Artvin Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı ormanlarda ve özel sahis arazilerindeki Kızılağaç mescerelerinden, araştırma amacına uygun mescerelerde seçilmiştir. Deneme materyalinin alındığı mescerelerin; denizden yükseklik, bakı, eğim ve lokal konumu (taban, alt yamac, orta yamac, üst yamac, tepe) gibi Tablo 3.1-3'te verilen kimi özellikleri saptanmıştır. Deneme alanlarının bonitet derecelerinin belirlenmesinde, Yavuz (1988) tarafından düzenlenen Kızılağaç bonitet tablosundan yararlanılmıştır.

Ayrıca, çalışma alanlarının orman işletmeleri açısından dağılışıları da Tablo 3.2-4'te özetlenmiştir. Araştırma materyali, hacım ve biyokütle tablosu için alındığından, yapılan ölçme ve gözlemler buna göre ayrı ayrı ele alınmıştır.

#### 3.21. Gövde Hacım Tablosu İçin Yapılan Ölçme ve Saptamalar

Tek ve Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun düzenlenmesi amacı ile, 55 değişik yerde çeşitli çap kademeleri içinden seçilen 510 deneme ağacında gerekli ölçümler aşağıda açıklandığı biçimde yapılmıştır.

Deneme ağaçları gövdelerinin çaplarını çapölçerle ölçmek yerine, daha doğru sonuç veren çevrenin ölçülmesi (Kennel, 1959) şekli tercih edilmiştir. Bu ölçümde plastik seritmetre kullanılmıştır. Önce ağaçların göğüs yüksekliğindeki (1.30 m) ve yerden 30 cm yükseklikteki kabuklu çevresi ölçülmüş, sonra göğüs çapının 1/3 ü kadar yüksekten kesilerek devrilmıştır. Yatık deneme ağaçlarının dalları budanarak gövdesi temizlendikten sonra, seksiyon yöntemine (Fırat, 1973, S. 302) uygun olarak her 2 m de kabuklu çevre ve kabuk ölçer ile de kabuk kalınlıkları ölçülmüştür. Kesilen ağaçların yaşları, kütükleri üzerindeki yıllık halkaları sayılmış ve buna kütük yüksekliği yaşı (ort. 1 yıl) eklenerek bulunmuştur.

#### 3.22. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi İçin Yapılan Ölçme ve Saptamalar

Biyokütle tablolarının düzenlenmesinde Alemdağ (1980) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmış ve aşağıda açıklandığı gibi uygulanmıştır.

##### 3.221. Deneme Alanlarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar

Biyokütle deneme alanları, çeşitli yetiştirme ortamlarında, değişik gelişim çağlarında ve sıklıkta olmasına da dikkat edilerek



20 m \* 20 m boyutlarında, K-B ve D-B yönleri kullanılarak 0.04 ha büyüklüğünde 19 adet olarak alınmıştır.

Deneme alanları ve deneme ağaçları verilerinin bilgisayarda değerlendirilebilmesi için, veriler Alemdağ (1980) tarafından bu yöntem için geliştirilen Fortran Kodlama Formlarına (Tablo B.7) (S. 92-99) işlenmiştir.

Fortran Kodlama Formu No:1	Deneme alanı ölçüm ve sayımları
Fortran Kodlama Formu No:2	Deneme ağacı kütle ve hacim ölçümleri
Fortran Kodlama Formu No:3	2 m lik seksiyon çap ölçümleri
Fortran Kodlama Formu No:4	2 m lik seksiyon çift kabuk kalınlığı ölçümleri
Fortran Kodlama Formu No:5	Yas kütle ölçümleri
Fortran Kodlama Formu No:6	örneklerde yaprak ve dal ağırlık ölç.
Fortran Kodlama Formu No:7	örneklerde gövde kesitleri ölçümleri
Fortran Kodlama Formu No:8	örnek ağac bilgi özetleri

verilerini işlemek için kullanılmaktadır.

Deneme alanlarında yapılan ölçme ve septamalar için, Fortran Kodlama Formu 1 ve 2 kullanılmıştır. Mescereye ilişkin genel bilgiler yazıldıktan sonra, kabuklu göğüs çapı  $d \geq 5.1$  cm olan bütün canlı ve ölü ağaçların göğüs çapları ölçülmüş ve ağaçlar 5 cm lik çap kademelerine ayrılmıştır. Daha sonra her çap kademesinden farklı boylarda en az 5 ağac işaretlenerek boyları ölçülüp, en az iki tanesi deneme ağacı olarak alınmıştır. Bu şekilde ağaçların mescereyi temsil edebilecek özellikte olmasına özen gösterilmiştir.

### 3.222. Deneme Ağaçlarında Yapılan Ölçme ve Septamalar

Araştırmanın yürütüldüğü bölgede toplam 86 deneme ağacı kesilmiştir. Bu ağaçlar önce kerestelik ve kerestelik olmayan ağac olarak ayrılmış ve ölçümler bu ayırım da dikkate alınarak Grafik 3.2'de görüldüğü gibi yapılmıştır. Ağacın kabuklu üst gövde çapının 9.1 cm olduğu gövde yüksekliği 2.8 m den fazla ise, bu ağac kerestelik ağac, az ise kerestelik olmayan ağac olarak ayrılmıştır.

Kesilen deneme ağaçlarının aşağıda açıklandığı şekilde boy, çap, çift kabuk kalınlığı ve yas gibi öğeleri ölçülerek Fortran Kodlama Formu 2, 3 ve 4'e yazılmıştır.

- 1- Boylarla ilgili ölçmeler : Kütük boyu, kerestelik boy (toprak yüzeyinden gövde üzerindeki kabuklu çapın 9.1 cm olduğu noktaya kadarki boy), kerestelik boyun 1/3, 2/3 ve üst sınırına rastlayan yerleri gövde üzerinde işaretlenmiştir. Ayrıca toprak yüzeyinden kalın dalların başladığı yere kadar olan boy da belirlenmiştir.
- 2- Çaplarla ilgili ölçmeler : Kabuklu göğüs çapı, kütüğün dibindeki ve kütük yüksekliğindeki kabuklu çaplar, 0.80 m yükseklikteki kabuklu çap ve kalın dalların başlangıç noktasının 5 cm aşağısındaki kabuklu çap ölçümüdür.



- 3- Çift kabuk kalınlığı ile ilgili ölçmeler : Çap ölçümlerinin yapıldığı bütün noktalarda ayrıca çift kabuk kalınlıkları belirlenmiştir.
- 4- Ağac yaşının bulunması : Kütük yüzeyindeki yıllık halkalar sayılarak fidanın kütük boyuna ulaşması için geçen ortalama yıllar eklenerek bulunmuştur.

Yapılan bu ölçmelerden sonra biyokütlenin bulunması için, ayrıca ağacın bileşenlerine ayrılması gerekir. Bunun için :  
Gövde üzerindeki bütün dallar kesilerek, büyük canlı dallar (boyu en az 2.5 m ve dipçapı 9.1 cm olan dal), küçük canlı dallar (dipçapı 9.1 cm den küçük olan dal) ve ölü dallar biçiminde üç gruba ayrılıp, ayrı ayrı ağırlıkları ölçülmüştür. İlk iki gruptaki canlı dalların dalcık (çapı 0.5 cm den küçük) ve yaprakları birlikte ayrılıp ağırlıkları ölçülmüştür. Önceki yıllara ilişkin eski ve yeni meyveler toplanarak ayrı ayrı ağırlıklarına ölçülmüştür. Ana gövde, daha önce işaretlenmiş olan 1/3, 2/3 ve kerestelik boydan kesilmiş ve gövdenin kerestelik bölümü ile tepe bölümü ayrı olarak tartılarak ağırlıkları bulunmuştur (Grafik 3.2) (S. 28)

Kuru ağırlık tablolarına esas oluşturmak için, laboratuvarde incelenecek örnek materyaller de ayrıca toplanmıştır. Bunlar :  
Dalcık ve yaprak örneklerinden yaklaşık 150 g ağırlığında bir demet, biri büyük diğeri küçük dallardan 8-10 cm uzunluğunda iki örnek kesit, göğüs yüksekliğinden ve kerestelik gövdenin 1/3, 2/3 ve tepe üst kenarından 3-4 cm kalınlığında alınan kesitlerdir. Alınan bütün bu örnekler, rutubetlerinin kaybolmaması için kesildiği anda polietilen torbalara konularak birbirine karışmayacak biçimde numaralanarak laboratuvara taşınmıştır.

### 3.223. Laboratuvarde Yapılan Ölçme ve Septamalar

Deneme ağaçlarından alınan örneklerle (gövde kesitleri, 2 ser tane 8-10 cm uzunluğundaki dallar ve 150 g ağırlığındaki dalcık ve yaprak örnekleri) laboratuvarde çeşitli biçimlerde ayrı ayrı işlemler uygulanmıştır.

Gövde kesitleri üzerinde su işlemler yapılmıştır :

Her bir kesitin halka sayısının belirlenmesi yanında çap ve kabuk kalınlığı ile son 10 yıllık halka genişliğinin bulunması için birbirine dik iki çap üzerinde ölçümler yapılmış ve Fortran Kodlama Formu 7 ye yazılmıştır. Daha sonra her bir kesitten budak ve diğer bozukluklar bulunmayan düzgün görünümlü birer kama örneği alınmıştır. Kesitlerin kamasız geri kalan büyük parçasının ve her bir ağaçtan alınan 8-10 cm uzunluğundaki iki dal parçasının kabukları soyularak bunların odun ve kabuk ağırlıkları ayrı ayrı ölçülmüş ve Fortran Kodlama Formu 6 ve 7 ye yazılmıştır (S. 92).

Örneklerin kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi için, kesitlerin ve dalların ayrılan odun ve kabuk kısımları kurutma fırınında 105°C ± 3°C sıcaklıkta 24 ile 48 saat arası bir sürede tam

kuru duruma getirilmiştir. Bu örnekler kurutma fırınından alınıp soğuyuncaya kadar desikatörde tutulmuş ve daha sonra her örneğin tam kuru ağırlığı belirlenerek Kodlama Formu 6 ve 7 ye yazılmıştır.

Hacım yardımıyla yoğunluğun bulunması için, kesitlerden alınan kama örneklerden yararlanılmıştır. Bunun için, kama örneklerin kabukları ayrılmış, her kama örnek en az bir saat su içerisinde bırakılıp ısıtılmıştır. Daha sonra örnek sudan çıkarılıp dar kenarı üzerine koyarak 10 dakika kadar bir süreyle fazla suyun çıkması için beklenip, bir havlu ile hafifçe kurulanmıştır. Kama hacminin saptanması için TAPPI Standartları T18-53'te açıklanan Terazili Yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemde göre; terazinin kefesine su kabı yerleştirilir ve ağırlığı dengelenir. Suyu çıkartılmış bir kama örnek kesit tutucunun cubuğuna yerleştirilir ve kabın kenarlarına değmeyecek biçimde su içinde tutulur. Terazi dengelenir ve iki ağırlık arasındaki fark, suyun hacmine eşdeğerdeki örneğin hacmidir.

### 3.3. Gövde Hacım ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesinde Uygulanan Değerlendirme Yöntemleri

Çalışma, Hacım ve Biyokütle Tablolarının düzenlenmesini amaçladığından kullanılan yöntemler birbirinden ayrı olarak ele alınmıştır.

#### 3.31. Gövde Hacım Tablolarının Düzenlenmesi ve Diğer Hacım İlişkileri

Hacım tablolarının düzenlenmesi için Bölüm 3.21 de anlatıldığı biçimde alınan örnek (deneme) ağaçlar bölünleme (seksiyon) yöntemine göre  $dm^3$  duyarlılıkla hacımlandırılmıştır. Hacım tablolarının düzenlenmesinde çok çeşitli hacım modelleri (Prodan, 1965; Loetch ve diğ. (1973) söz konusu olup, bunlardan en uygun olabileceği düşünüldükçe aşağıda açıklananlar seçilmiş ve en güvenilir olanını bulmaya çalışılmıştır.

##### 3.311. Tek ve Çift Girişli Hacım Modelleri

Kızılağaç tek ve çift girişli gövde hacım tablolarının düzenlenmesinde matematik yöntemden yararlanılmış, denklem katsayılarının hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmıştır.

Ağaç hacım tablolarının düzenlenmesinde kullanılan yöntemler "Direkt" ve "Endirekt" Yöntemler olarak iki gruba ayrılmaktadır (Spurr, 1952, S. 97). Endirekt yöntem ile bir ağac türünün hacım tablosunun düzenlenmesinde ilk önce göğüs boyu şekil katsayısı çeşitli çap ve boy kademeleri için hesaplanır. Bu şekil katsayıları kullanılarak ağaçların hacimleri bulunur (Miraboglu, 1955).



Tablo 3.F : En çok kullanılan hacim fonksiyonları ( Loetsch-Zöhrer - Haller, 1973, S. 154 )

The compilation of the most popular volume equations

Bağımsız değişken Independent variables	Yazar Designation (author)	Formül Formula
d	KOPEZKY-GEHRHARDT DISSESCU-MEYER HOHENADL-KRENN BERKHOUT yöresel hacim t. (B.HUSCH 1963) BRENAC(log.form)	$v = b_0 + b_1 d^2 \quad (v = b_0 + b_1 g)$ $v = b_1 d + b_2 d^2$ $v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$ $v = b_0 d^{b_1} \quad \text{Group 1}$ $\log v = b_0 + b_1 \log d$ $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \frac{1}{d}$
d, h	sabit şekil kat. (S.H.SPURR 1952) birleşik değişken (S.H.SPURR 1952) OGAYA STOATE(Avustralya) NASLUND(Ladin) MEYER TAKATA SCHUMACHER-HALL (S.H.SPURR 1952) Orm.Ar.E.Bad-Würt.	$v = b_1 d^2 h$ $v = b_0 + b_1 d^2 h \quad \text{Group 2}$ $v = d^2 (b_0 + b_1 h)$ $v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$ $v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$ $v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d h + b_4 d^2 h$ $v = d^2 h / b_0 + b_1 d$ $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$ $\log v = b_0 + b_1 \log(d^2 h)$ $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d + b_3 \log h + b_4 \log^2 h$

d, h, h <sub>0</sub> ve/ ya da B	NASLUND { Ladin (Güney İsveç) Çam Huş	$v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2 + b_5 d^2 n_0$ $v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 d^2 n_0 + b_5 d h B$ $v = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2 + b_5 d h B$ Group 3
d, h ve k <sub>i</sub> ya da d <sub>i</sub> ya da d <sub>0,3h</sub>	SPURR SCHIFFEL OGAYA POLLANSCHÜTZ SCHMID SPURR	$v = b_0 + b_1 k_i d^2 h = b_0 + b_1 d_i d h$ $v = b_0 + b_1 k_i + b_2 d^2 h + b_3 k_i d^2 h$ $v = d^2 h (b_0 + b_1 k + b_2 \cdot 1/kh)$ $v = b_0 + b_1 d_{0,5h} d h$ Group 4 $v = /4 (b_0 d^2 h + b_1 d d_{0,3h} h + b_2 h^2)$ $v = b_0 + b_1 d + b_2 h + b_3 d_7 + b_4 d h + b_5 d^2$ $+ b_6 h^2 + b_7 d_7^2 + b_8 h d_7^2 + b_9 d^2 d_7 +$ $b_{10} d h^2 d_7$ $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 \log d_i$ $\log v = b_0 + b_1 \log(d_i d h)$

Tablo 3.8: Türkiye'de çeşitli ağaç türleri için düzenlenen çift girişli ağaç hacim tabloları (Kalıpsız, 1984, s. 132)  
Standart volume tables for different tree species

Ağaç türü Tree spe.	Bölgesi Zone	N	Yöntemi Method	Hatası Error	Düzenleyen Author
Kızılcam	G. Anadolu	361	Matematik	v=9 %	Alemdag
Kızılcam	Genel	1160	"	R=0,963	Sun et al(1978)
Sarıçam	Bolu	129	Grafik	-	Erkin (1948)
Sarıçam	Genel	390	Matematik	v=10 %	Alemdag (1967)
Sarıçam	Genel	540	"	R=0,990	Sun et al(1978)
Karaçam	Genel	6295	Grafik	-	Gülen (1959)
Karaçam	Batı-Güney	1113	Matematik	R=0,996	Sun et al(1978)
Karaçam	K. Anadolu	450	"	R=0,943	Sun et al(1978)
Gökknar	K. Anadolu	4213	"	-	Miraboglu(1955)
Gökknar	K. Anadolu	318	"	-	Miraboglu(1955)
Gökknar	Genel	1253	"	R=0,909	Sun et al(1978)
Gökknar	Balıkesir	368	"	-	Asan (1984)
Ladin	Genel	775	"	R=0,990	Akalp (1978)
Ladin	Genel	309	"	R=0,994	Sun et al(1978)
Sedir	Genel	1027	Grafik	-	Evcimen (1963)
Sedir	Genel	754	Matematik	R=0,905	Sun et al(1978)
Ardıç	Genel	1780	"	v=5,7 %	Aykin (1978)
Meşe	Trakya	308	Grafik	-	Eraslan (1954)
Kayın	Genel	3556	"	-	Kalıpsız (1962)
Kayın	Genel	400	Matematik	R=0,999	Sun et al(1978)
Okaliptus	Tarsus	333	Grafik	-	Fırat-Kal(1963)
M.Kavak	Genel	540	Matematik	R=0,999	Birler (1983)
K.Kavak	"	499	"	-	Birler (1984)

Türkiye'de yayılış gösteren üç Göknar türü için düzenlediği iki hacim tablosunda bu yöntemi kullanmıştır. Ağaç hacim tablolarının Direkt yöntem ile düzenlenmesinde ise, şekil katsayısı kullanılmadan ağaç hacimleri çap ve boyun fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır.

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde ağaçlar üzerindeki ölçümlerden sağlanan verilerin dengelenmesi söz konusu olup bunun için de Grafik ya da Matematik yöntemden yararlanılmaktadır. Dengeleme işleminde daha önce sınılanmış çeşitli aritmetik ve logaritmik denklemler uygulanmaktadır. Kalıpsız (1984, S. 121), matematik yöntemin grafik yönteme kıyasla daha objektif olduğunu, " hacmi belirlemek için seçilen bir denklemi, belirli verilere uygulayan herkesin benzer sonuçları elde edeceği " biçiminde açıklamaktadır. Türkiye'de grafik ve matematik yönteme göre düzenlenmiş çift girişli ağaç hacim tabloları Tablo 3.8'de özetlenmiştir.

Tek girişli gövde hacim tabloları, dikili bir ağacın gövde hacmini yalnız göğüs çapına göre veren tablolarıdır. Tek girişli gövde hacim tablosunun düzenlenmesi için,

$$V = b_0 + b_1 d^2 \quad \text{Kopecky-Gehrhardt} \quad (3.1)$$

hacim modeli uygulanmıştır.

Çift girişli gövde hacim tabloları, dikili bir ağacın gövde hacmini göğüs çapı ve boya göre veren tablolarıdır. Çap ve boy ile hacim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için, aşağıda gösterilen 6 hacim modeli Freiburg Orman Fakültesinde SPSS Paket Programları kullanılarak denenmiştir. Bu hacim modellerine ilişkin katsayılar ve istatistik değerler Tablo 4.1. (S.47)'de açıklanmıştır. Denenen modellerden en uygun olanının seçimi, korelasyon katsayıları ve standart hataya bakılarak yapılmıştır. Korelasyon katsayısı en büyük ve standart hatası en küçük olan Schumacher-Hall hacim modeli en iyi sonucu verdiği için seçilmiştir. Diğer modellerde tatmin edici olmakla birlikte, Schumacher-Hall modeli daha uygun bulunduğu için tercih edilmiştir.

Çift girişli gövde hacim tablosunun düzenlenmesi için,

$$V = b_0 + b_1 d^2 h \quad \text{Spurr} \quad (3.2)$$

$$V = a \cdot d \cdot h \quad \text{Schumacher-Hall} \quad (3.3)$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h \quad \text{Meyer} \quad (3.4)$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 h \quad \text{Orm.Ar.E.Bad.-Würt.} \quad (3.5)$$

$$V = (\pi/4) \cdot d^2 h (a + b \cdot 1/h + c \cdot Rm/h) \quad \text{Günel} \quad (3.6)$$

$$V = d^2 \cdot (b_0 + b_1 h) \quad \text{Ogaya} \quad (3.7)$$

formülleri denenmiştir.

### 3.312. Göğüs Capı - Çift Kabuk Kalınlığı İlişkisi

Elde edilen hacım tabloları gövde hacmini kabuklu olarak vermektedirler. Kabuksuz gövde hacminin bilinmesi arzu edildiğinde, göğüs capı - kabuk kalınlığı ilişkisi önem kazanmaktadır. Hacım tablosu için seçilen 510 deneme ağacının kabuklu göğüs capı ve çift kabuk kalınlıkları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bunun için deneme ağaçlarının kabuklu göğüs capları ile çift kabuk kalınlıkları grafik üzerinde noktalanmıştır (Grafik 4.5). Noktalar ikinci dereceden bir parabol biçiminde bir dağılım göstermiştir.

$$B = a + bd + cd^2 \quad (3.8)$$

Bu parabolün a, b ve c katsayılarının bulunması için En Küçük Kareler Yönteminden yararlanılmıştır (4.12, S. 49). Bu ilişki ile Kızılağaçların kabuklu göğüs caplarına karşı gelen kabuksuz göğüs capları da hesaplanmıştır (Tablo 4.2, S. 47). Ayrıca Kızılağaç kabuk katsayısı belirlenmiştir (4.17, S. 50).

### 3.313. Kızılağaç Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun Diğer Hacım Tabloları ile Kıyaslanması

Kızılağaç kabuklu gövde hacımlarının boy kademeleri içinde göğüs capına göre aldıkları değerler, deneme ağaçlarımızın 7-52 cm lik cap dağılımı sınırları arasında, gövde hacım tabloları düzenlenmiş diğer ağac türleri ile kıyaslanmıştır. Bu amaçla, diğer bir Kızılağaç türü olan *Alnus incana* (Schrotter, 1978) ile ülkemiz ağac türlerinden *Pinus silvestris* (Alemdağ, 1967), *Picea orientalis* (Akalp, 1978) ve *Abies equi-trojani* (Asan, 1984)'nin gövde hacım değerleri kullanılmıştır.

### 3.32. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi ve Diğer Biyokütle İlişkileri

#### 3.321. Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesinde Uygulanan Yöntem

Biyokütle tabloları, Regresyon Modelleri Yöntemi ile düzenlenmiştir. Bu yöntemin amacı, bir çok deneme ağacından alınan ölçümlere göre regresyon denklemi yardımı ile tek ağaca ilişkin öğelerin biyokütlelerini, göğüs capı ve boy gibi kolay ölçülebilen parametreler ile belirlemektir.

Biyokütle tabloları yaş ya da kuru ağırlık tabloları biçiminde düzenlenebilmektedir. Yaş ağırlık, mevsimden mevsime değiştiğinden çalışmamızda kuru ağırlık tablolarının düzenlenmesi uygun görülmüştür. Kuru ağırlık modelleri regresyon analizi yöntemi ile değerlendirilmekte olup, bunlar ağacın her bir önemli bileşeni ( gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar) için ve hem de tüm ağac için düzenlenmektedir.



Bu uygulamada çeşitli ağac bileşenlerinin ve tüm ağacın kuru ağırlıklarının belirlenmesi, ölçümlere ilişkin ön değerlendirmeler ve kuru ağırlık modellerinin oluşturulması olarak iki aşamada gerçekleştirilmektedir.

#### 1- Ölçümlere Dayalı Ön Hesaplamalar

- a - Her kesitin kabuksuz yaş odun ağırlığı / yaş kesit ağırlığı (kabuk ve odun birlikte) oranı hesaplanmıştır.
- b - Her kesitin odun ve kabuk bölümünün ayrı ayrı kuru ağırlık/yas ağırlık oranı bulunmuştur.
- c - Dallardan alınan kabuklu kesitlerin ve yapraklardan alınan örneklerin kuru ağırlık / yaş ağırlık oranları belirlenmiştir.
- d - Araziye ölçümleri yapılan kabuklu gövde seksiyonlarının, kabuksuz ağırlıklarını bulmak için, her kesit için hesaplanan kabuksuz odun / kabuklu odun ağırlık oranı ilgili seksiyonun yaş ağırlığı ile çarpılmıştır.
- e - Her seksiyonun kuru odun ağırlığının bulunması için, her kesit için hesaplanan kuru odun / yaş odun oranı ilgili seksiyonun yaş odun ağırlığı ile çarpılmıştır.
- f - Seksiyonların kuru kabuk ağırlığının bulunması için, her kesit için hesaplanan kuru kabuk / yaş kabuk oranı, ilgili seksiyonun yaş kabuk ağırlığı ile çarpılmıştır.
- g - Kütük yaş ve kuru ağırlıklarının (odun ve kabuk ayrı ayrı) bulunması için, kütüğün hemen üzerindeki seksiyonun hacmi ile kütük hacmi arasında kurulacak orantıdan yararlanılmıştır.
- h - Dal ve yaprak kuru ağırlıkları, hesaplanan kuru dal / yaş dal ve kuru yaprak / yaş yaprak oranlarından yararlanılarak ağacın yaş dal ve yaş yaprak ağırlıkları ile çarpılarak bulunmuştur.
- i - Tüm gövde kuru ağırlığının bulunması için, gövde seksiyonlarının (kütük dahil) kuru ağırlıkları toplanmıştır.
- j - Ağacın kuru ağırlıklarının bulunması ise, bütün kuru ağırlıkların toplanması ile gerçekleştirilmiştir.

#### 2- Kuru Ağırlık Modellerine İlişkin Değerlendirmeler

Kuru ağırlık modelleri regresyon analizleri ile daha objektif olarak oluşturulabilmektedir. Bu işlemler ağacın her bileşeni ( gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar) için ayrı ayrı yapıldığı gibi tüm ağacın da yapılmaktadır. Literatürde bir çok denklem örnekleri vardır. Biyokütle tablolarının düzenlenmesinde denenecek regresyon modellerinin seçiminde Alemdağ (1981), Alban ve diğ. (1978), Dunia (1981), Doucet ve diğ. (1976), Ker (1980), Maclean ve Wein (1976), Methaven (1983), Reed ve Green (1983) gibi araştırmacıların önerilerinden yararlanılmıştır. Hacim tablosunda olduğu gibi, kuru ağırlık modelleri denenecek en uygun olanının bulunmasına çalışılmıştır.

Bu modeller cep ve boy bağımsız değişkenlerine göre kurulabildikleri gibi ağac yaşı, tepe çapı ve tepe uzunluğunun bunlara eklenmesi ile de kurulabilmektedir. Ancak ikinci grubun beklenildiği kadar iyi sonuç vermediği bilindiğinden, çalışmamızda hacim tabloları için denenen modellerde olduğu gibi, cep ve boy değişkenlerini içeren kuru ağırlık modelleri seçilmiştir. Kuru ağırlığın (KA) bulunması için aşağıda gösterilen modeller denenmiştir (Alemdağ, 1981).

$$KA = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h^2 \quad (3.9)$$

$$KA = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h \quad (3.10)$$

$$KA = b_0 + b_1 d + b_2 h^2 \quad (3.11)$$

$$KA = e^{b_0 + b_1 d^2 + b_2 h} \quad (3.12)$$

$$KA = e^{b_0 + b_1 d + b_2 h} \quad (3.13)$$

Bu konuda açıklanması gereken önemli bir özellik te, bileşenler için kurulan denklemlerin verdiği değerlerin toplamının, tüm ağac için kurulan denklemin verdiği değere eşit olmasıdır. Denenen 5 modelden 3.12 ve 3.13 numaralı olan üslü modellerin doğrusal regresyon analizlerini yapabilmek için doğal logaritmaları alınarak doğrusal modellere dönüştürülmeleri gerekmektedir. Böylece modeller 3.14 ve 3.15 şeklini almışlardır.

$$\ln KA = b_0 + b_1 \ln(d^2) + b_2 \ln(h^2) \quad (3.14)$$

$$\ln KA = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h \quad (3.15)$$

Bu iki yeni modelin kuru ağırlık değerleri logaritmik olduğundan, bunlara diğer ilk üç modelin Belirtme Katsayıları (R) ile kıyaslanabilmek için 3.16 eşitliğinden yararlanılarak Uyum İndeksi (FI) değerleri hesaplanmıştır (Alemdağ, 1985).

$$FI = 1.0 - \left( \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \right) \quad (3.16)$$

$$SEE \% = \left( \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{(n - k)} \right)^{1/2} / \bar{Y} \quad (3.17)$$

FI : Uyum İndeksi (Fit index) = (İlişki katsayısı)<sup>2</sup>

$$\left( r_{YX} \right)^2 = \frac{1 - S_a^2 / S_y^2}{1 - S_a^2 / S_y^2} = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \quad (3.18)$$

SEE : Tahminin Standart Hatası (Standart error of estimate)

$Y_i$  : i. ağacın gözlenen biyokütlesi

$\hat{Y}_i$  : i. ağacın eşitliklere göre hesaplanan biyokütlesi

$\bar{Y}$  : ortalama biyokütle

n : deneme ağaçlarının sayısı

k : eşitlikteki parametrelerin sayısı

Kabuklu göğüs çapı ve ağac boyuna göre, tek ağac biyokütlelerinin kuru ağırlığını bileşenlerine göre tahmin etmek için denenmiş bu 5 modelde doğrudan fırın kurusu ağırlığı belirlenebilmektedir.

### 3.322. Gövde Bileşenlerinin Kuru Ağırlık Yüzdesi Değerlerinin Hesaplanması

Kuru ağırlık modelleri ile ağac bileşenlerinin ve tüm ağacın kuru ağırlık değerleri çap ve boy bağımsız değişkenlerine bağlı olarak kg cinsinden belirlenebilmektedir.

Kerestelik faktörlerinin ya da gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenlerinin fırın kurusu ağırlık yüzdelerinin belirlenmesi için ise, aşağıdaki iki modelden yararlanılmıştır (Alemdağ, 1982 b). Kerestelik bölümün (odun ve kabuk ayrı ayrı) ve tepe bölümünün (odun ve kabuk birlikte) fırın kurusu ağırlık yüzdeleri (KA %), ya kerestelik üst çapının (dm) ya da kerestelik boyun (hm) kullanılması ile bulunmaktadır (Grafik 3.4). Kuru ağırlığın gövde içerisinde dağılımı için kullanılan model bir kez dm/d ve bir kez de hm/h değişkeni için hesaplanmıştır. Hesap sonuçları Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

$$KA \% = b_0 + b_1 \cdot (dm/d) + b_2 \cdot (dm/d)^2 \quad 2. \text{ derece polinom} \quad (3.19)$$

$$KA \% = b_0 + b_1 \cdot (hm/h) + b_2 \cdot (hm/h)^2 \quad (3.20)$$

Ancak burada gövdenin kerestelik bölümünün gövdenin 9.1 cm lik çapı yardımıyla bulunduğu göz önüne alınarak dm/d oranı ile hm/h oranının kabul edilebilir sınır değerlerinin de belirlenmesi önemlidir. 3.19 ve 3.20 nolu denklemlerin çözümünü kolaylaştırmak için, KA % için Y ve dm/d ve hm/h oranları için X değerleri kullanılarak, model paraboller

$$Y = a + bX + cX^2 \quad (3.21)$$

biçimine dönüştürülerek hesaplamalar yapılmış ve kabul edilebilir sınır değerleri bulunmuştur.

### 3.323. Kütükte Kuru Ağırlık Yüzdesinin Hesaplanması

Değişik yüksekliklerdeki kütük ağırlığının gövde ağırlığına oranı; kütük odunu, kütük kabuğu ve kabuklu kütük odunu ölütle- rinde hesaplanmıştır. Kütükle ilgili diğer bir çalışma ise, de- ğişik yüksekliklerdeki kütük hacminin (ve ağırlığı) tüm kütük hac- mine (ve ağırlığı) oranlarının hesaplanmasıdır. Ayrıca ağac bile- senlerinin gövde odununa ve toplam ağaca göre ağırlık yüzdeleri dağılımı da belirlenmiştir.

### 3.324. Kuru Ağırlık / Yaş Ağırlık İlişkisi

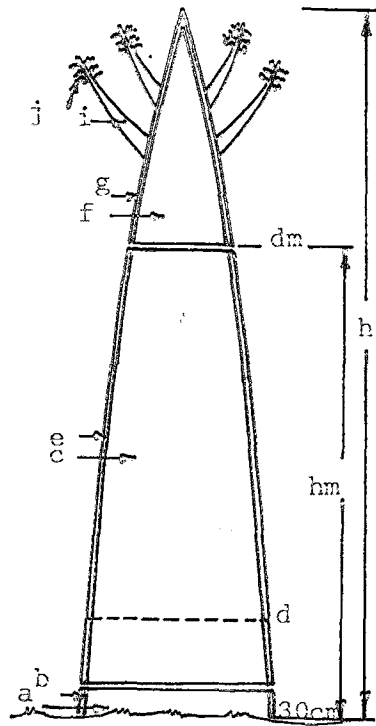
Ağac bileşenleri ya da tüm ağacın yaş ağırlıkları yardımıyla kuru ağırlıklarının bulunabilmesi için, bu iki ağırlık arasındaki oranlar aşağıdaki formüli ile ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$KA/YA = \sum (\text{Tek gözlemlerin KA/YA oranı}) / (\text{Gözlemlerin sayısı}) \quad 3.22$$

### 3.325. Gövde Odunu Hacim Yoğunluk Değerinin Hesaplanması

Kızılağac gövde odununun hacim yoğunluğu ise, gövde odunu kuru ağırlığının yaş hacime oranı olarak hesaplanmıştır.



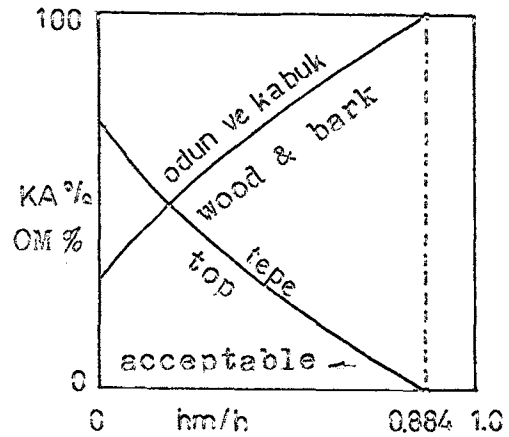
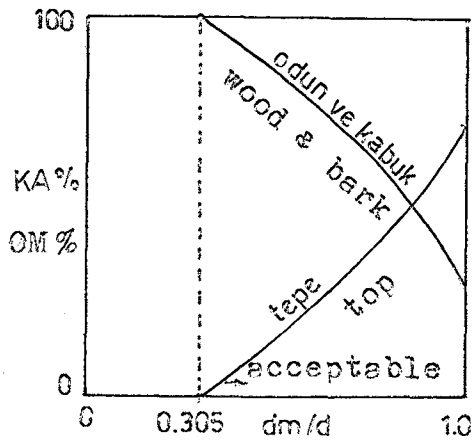


Grafik 3.4: Ana ağac bileşenleri ve gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenleri (Alemdağ, 1983, S. 3)

a: kütük odunu, b: kütük kabuğu, c: net kerestelik gövde odunu, e: net kerestelik gövde kabuğu, f: tepe odunu, g: tepe kabuğu, i: yaşayan dallar, j: ince dallar ve ibreler

The main tree-components and merchantable and unmerchantable components of the stem

a: stump wood, b: stump bark, c: net merchantable-stem wood, e: net merchantable-stem bark, f: top wood, g: top bark, i: live branches, j: twigs plus needles.



Grafik 3.5: Kabul edilebilir  $dm/d$  ve  $hm/h$  değerlerinin hesaplanması  
Calculation of acceptable  $dm/d$  and  $hm/h$  values

#### 4. BULGULAR

Kızılağac Gövde Hacım ve Biyokütle Tablolarının düzenlenmesini amaçlayan bu çalışmada elde edilen cesitli bulgular, hacım ve biyokütle başlıkları altında ayrı ayrı ele alınarak özetlenmeye çalışılmıştır.

##### 4.1. Gövde Hacım Tabloları ile ilgili Bulgular

Kızılağac Tek ve Çift Girişli Gövde Hacım Tablolarının düzenlenmesi için denenen 7 hacım modelinin regresyon analizinde verdiği sonuçlar Tablo 4.1'de özetlenmiştir. Tek Girişli Gövde Hacım Tablosu için Kopetzky-Behrhardt ve Çift Girişli Gövde Hacım Tablosu için ise, en büyük çoğul korelasyon katsayısını ( $R = 0.996$ ) ve en küçük standart hatayı ( $Se = 0.04624$ ) içeren Schumacher-Hall hacım modeli, verileri en iyi bir şekilde temsil ettiği için seçilmiştir (Loetsch ve diğ., 1973, S. 158) ve hacım tabloları bu modellere göre düzenlenmiştir.

Schumacher-Hall hacım modelinin en küçük kareler yöntemi ile a, b ve c katsayılarını hesaplamak için logaritması alınmış ve bir doğru sekline getirilerek 4.1 eşitliği,

$$\log v = - 0.39288 + 1.92886 \cdot \log d + 0.94382 \cdot \log h \quad (4.1)$$

bulunmuştur. Bunun antilogaritması alınarak ( $\text{antilog} - 0.39288 = 0.404687$ ) denkleminin gerçek biçimi elde edilmiştir.

$$v = 0.4047 \cdot d^{1.92886} \cdot h^{0.94382} \quad (4.2)$$

Bu model için Chapman ve Meyer (1953), Üsler toplamının 3'e yakın olması gerektiğini açıklamaktadır (zit. Alemdağ, 1962, S. 23) Denklemimizdeki Üsler toplamı 2.873 olarak bulunmuştur. En küçük kareler yöntemi ile logaritmik işlemlerle hesap yapıldığından hacım logaritmik olarak bulunmaktadır. Gerçek hacmin elde edilmesi için, bunun antilogaritmasının alınması ve aşağıda açıklanan düzeltmenin yapılması gerekmektedir. Daha sonra da hacım tablosu düzenlenebilmektedir.

Normal denklemlerin katsayıları çap ve boyların logaritmalardan yararlanılarak hesaplandığı için, hacım logaritma cinsinden bulunmakta ve gerçek hacımdan daha küçük bir değerde olmaktadır. Meyer (1953), bu hatanın giderilebilmesi için, hesaplanan hacımların 1'den büyük bir düzeltme faktörü ile çarpılması gerektiğini bildirmektedir (zit. Alemdağ, 1962, S. 23). Standart hataya bağlı olarak değişen bu düzeltme faktörünü Meyer hesaplamış ve aşağıdaki formülü ile açıklamıştır.

$$f = 10 \quad \frac{1.1513 \cdot SE^2}{f} \quad (4.3)$$

Burada, SE : Standart hata olup, çalışmamızda 510 deneme ağacının verileri ile hesaplanarak  $SE = 0.04624$  olarak bulunmuştur. Böylece Meyer'in düzeltme faktörü,

$$f = 10 \quad \frac{(1.1513) \cdot (0.00214)}{f} = 1.005689 \quad (4.4)$$

olmaktadır.  $f$  nin bu değeri, logaritma yardımıyla hesaplanan ağac hacimlerinin % 0.5689 oranında yükseltileceğini göstermektedir. 4.2 numaralı formül ile kabuklu çap ve boya göre hesaplanan bütün hacimler düzeltme faktörü 1.005689 ile çarpılarak gerçek gövde hacimleri elde edilmiştir. Bundan sonra çap ve boya göre çift girişli gövde hacim tablosu düzenlenmiştir (Tablo B.2). Doğu Karadeniz Bölgesinde kullanılabilir olan bu tablo, ağaçların kabuklu gövde hacimlerini (kütük hacmi dahil) vermektedir.

Kızılağac hacim eğrisi Grafik 4.1 (S. 43)'de, Kabuklu göğüs çapı - ağac boyu ilişkisi Grafik 4.2 (S. 44)'de, Kabuklu göğüs çapı - gövde hacim ilişkisi Grafik 4.3 (S. 45.)'de ve Ağac boyu - gövde hacim ilişkisi Grafik 4.4 (S. 46)'de fikir edinebilmek için gösterilmiştir.

#### 4.11. Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacim Tablosunun Kontrolü

Düzenlenen hacim tabloları kullanılmadan önce doğruluk dereceleri ve hata yüzdelerinin saptanması gerekmektedir (Prodan, 1965 S. 224; Alemdağ, 1967, S. 37; Loetsch ve diğ., 1973, S. 158; Kılıpsız, 1984, S. 107). Kızılağac gövde hacim tablosunun doğruluk derecesi, diğer hacim tabloları gibi çeşitli biçimlerde denenmiştir. Bunlar,

1) Toplam Fark, 2) Ortalama Sapma ve 3) Korelasyon Katsayısı'dır

Toplam Fark ; düzenlenen hacim tablosunun hesaplamalarda kullanılan verilere uygunluğunu açıklar ve bu hatanın doğruluk derecesi yüksek hacim tablolarında % 1'den fazla olmaması istenir. Toplam fark, deneme ağaçlarına ilişkin gerçek hacimler toplamı ile tablo hacimleri toplamı arasındaki farkın, gerçek hacimlerin toplamına oranı ile  $\% - 0.34$  olarak bulunmuştur. Bu değer, ağac hacim tablosunun toplu olarak  $\% - 0.34$  kadar küçük sonuç verdiğini açıklamaktadır.

$$\text{Toplam Fark (\%)} : FV = \frac{\sum V \text{ tablo} - \sum V \text{ gerçek}}{\sum V \text{ gerçek}} \cdot 100 \quad (4.5)$$

Ortalama Sapma ; deneme ağaçlarının gerçek ve tablo hacımları farkının tablo hacmine bölünerek, bulunan oranların 100 ile çarpımından elde edilen değerlerin mutlak değer olarak toplanıp ağac sayısına bölünmesidir. Spurr, bu değerın doğruluk derecesi yüksek hacim tablolarında % 10'dan fazla olmaması gerektiğini bildirmektedir (1952, S. 76). Bu değer, 4.6 eşitliğinden yararlanılarak % 8.12 olarak bulunmuştur.

$$\text{Ortalama Sapma (\%)} = \frac{\sum [(V \text{ gerçek} - V \text{ tablo}) / V \text{ tablo}] * 100}{N} \quad 4.6$$

Çoğu Korelasyon Katsayısı, hacim (v) üzerinde çap (d) ve boy serbest değişkenlerinin ortak etkisinin saptanması için hesaplanmış ve 4.7 eşitliğinden yararlanılarak  $R = 0.996$  olarak bulunmuştur. Bu değer, değişkenler arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Denklemın Belirtme Katsayısı ise,  $R = 0.992$  dir. Bu sonuca göre, hacim değişimlerinin % 99.2 si bağımsız değişkenler olan çap ve boyun değişmesi ile oluşmaktadır. Diğer % 0.8 lik belirsiz kısım ise, bu iki değişkenin dışında saptayamadığımız diğer nedenlerden ileri gelmektedir.

$$R_{z-xy} = \sqrt{\frac{r_{zx}^2 + r_{zy}^2 - 2 \cdot r_{zx} \cdot r_{zy} \cdot r_{xy}}{(1 - r_{xy}^2)}} \quad (4.7)$$

Burada, z:hacim, x:çap ve y:boy değerleridir (Fryer,1966,S.423).

Deneme ağaçlarının Schumacher-Hall hacim modeli ile hesaplanmış olan hacımları, daha önce 2 ser metrelik seksiyonlara göre Orta Yüzey Formülü ile bulunmuş gerçek hacımları ile kıyaslanmıştır.

Gerçek hacimler toplamı	= 223.171 m <sup>3</sup>
Hesaplanan hacimler toplamı	= 222.423 m <sup>3</sup>
Hacimler arasındaki fark	= 0.748 m <sup>3</sup>

olduğu görülmüştür.

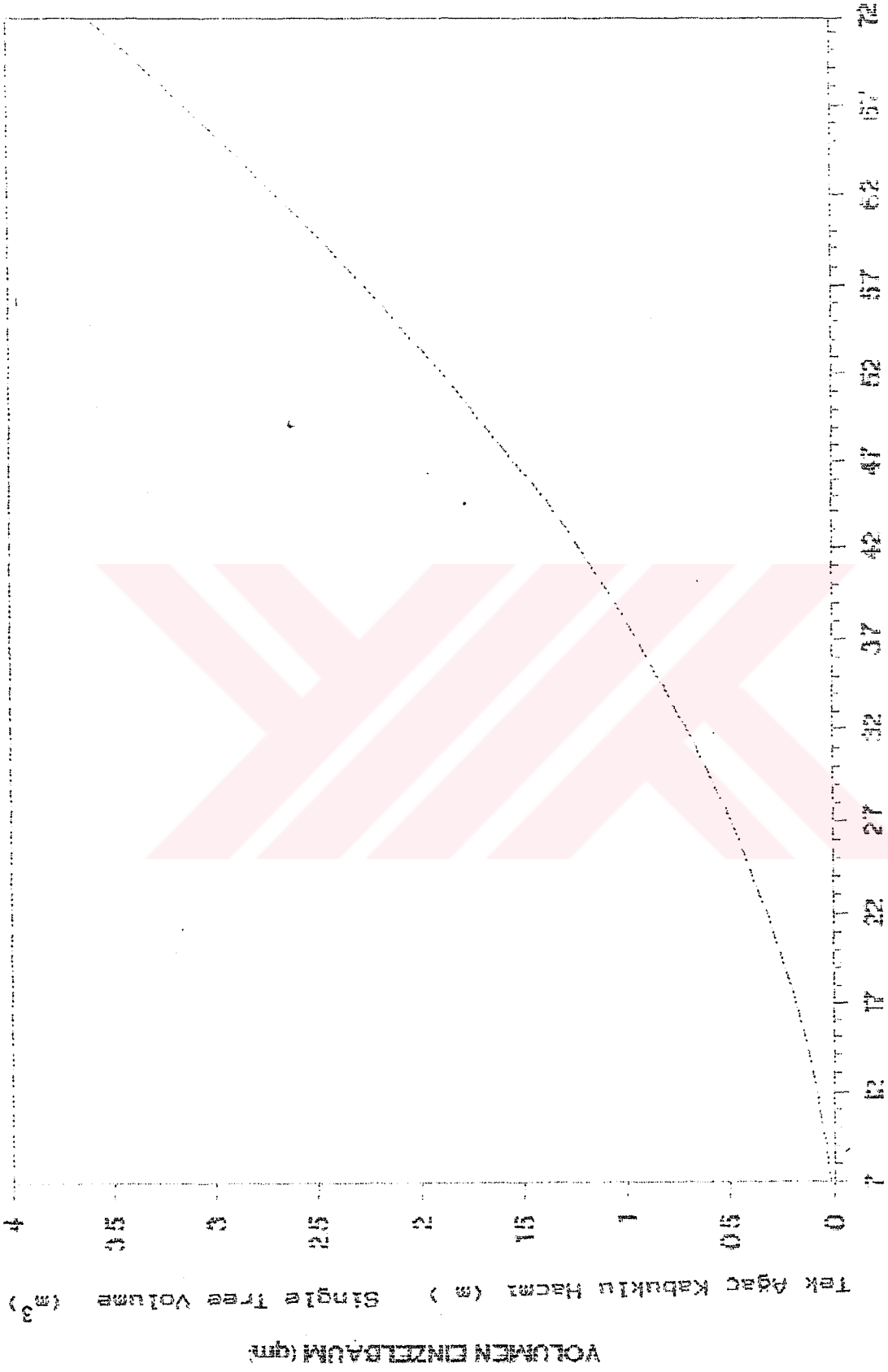
510 deneme ağacının Schumacher-Hall hacim modeli ile seksiyon modeline göre hesaplanan toplam gövde hacımları arasındaki farkın çok küçük olması, düzenlenen hacim tablosundaki değerlerin güvenle kullanılabilceğini açıklamaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre, Schumacher-Hall hacim modelinin Gövde Hacim Tablosunun düzenlenmesinde kullanılacak özellikte olduğu belirlenmiştir. Schumacher-Hall hacim modeli o şekilde düzenlenmiştir ki, ağac çapı m ve boy m cinsinden verildiğinde kabuklu gövde hacmi (kütük dahil) m<sup>3</sup> cinsinden bulunmaktadır. Çaplar 7 cm - 50 cm ve boylar 7 m - 30 m sınırları arasında değişecek biçimde çap kademeleri 1 cm ve boylar 1 m aralıklarıyla alınmış ve çift girişli tablo düzenlenmiştir (Tablo B.2).



# VOLUMENTARIF

FURCHE



Bögüs çapı (cm) Diameter at breast height (cm)

Grafik 4.1: Kızılağaç hacim eğrisi  
Volume curve of Alder

VOLUMEN EINZELBAUM (qm)  
TAK AĞAC KABUKLILU HACMI (m³)  
Single Tree Volume (m³)

29.50

27.00

24.50

22.00

19.50

17.00

14.50

12.00

9.50

7.00

29.50

27.00

24.50

22.00

19.50

17.00

14.50

12.00

9.50

7.00

(m)

Tree Height

(m)

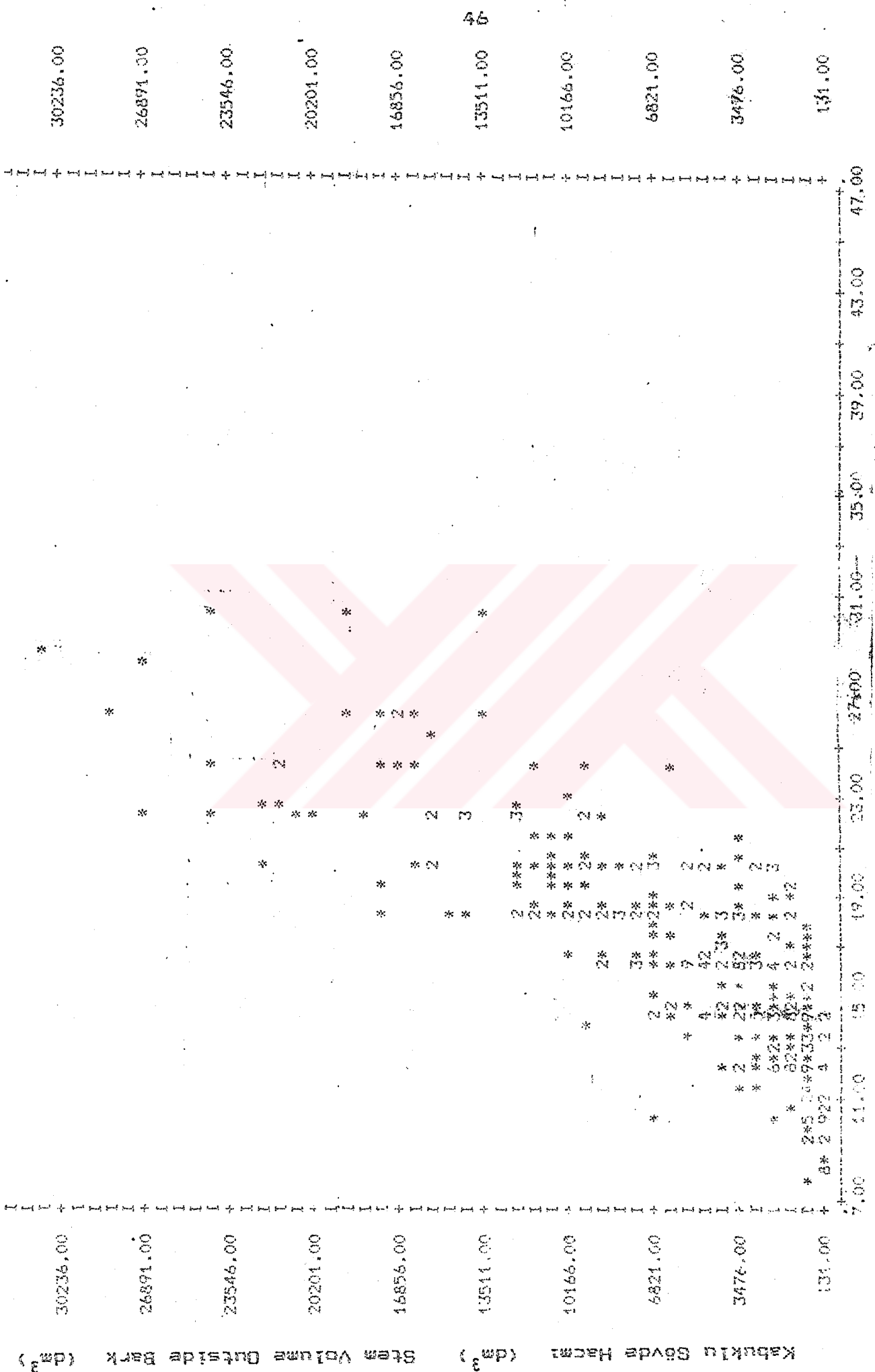
Agac Boyu

5.00 10.50 16.00 21.50 27.00 32.50 38.00 43.50 49.00 54.50 60.00

Göğüs çapı (cm) Diameter at breast height (cm)

Grafik 4.2) Göğüs çapı - ağac boyu ilişkisi  
Correlation of tree height in to diameter at breast h.





Ağac boyu (m) Tree height (m)

Grafik 4.4: Ağac boyu - gövde hacim ilişkisi  
Correlation of stem volume in to tree height

Kabuklu Gövd. Hacim (dm³) Stem Volume Outside Bark (dm³)

30236.00 26891.00 23546.00 20201.00 16856.00 13511.00 10166.00 6821.00 3476.00 131.00

30236.00 26891.00 23546.00 20201.00 16856.00 13511.00 10166.00 6821.00 3476.00 131.00



Tablo 4.1: Denenen hacim modellerine ilişkin katsayılar ve istatistik değerler  
Equation coefficients and statistics of tested volume models

Modeller - Modells	R	R <sup>2</sup>	S <sub>e</sub>
1. $V = b_0 + b_1 d^2$	0,51724	0,26753	1,37231
2. $V = b_0 + b_1 d^2 h$	0,98676	0,97370	0,08855
3. $V = a.d.h$	0,99620	0,99242	0,04624
4. $V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h$	0,98686	0,97389	0,08850
5. $V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 h$	0,42893	0,18398	0,04113
6. $V = (\pi/4)d^2 h.(a + b.1/h + c.Rm/h)$	0,93090	0,86700	0,14764
7. $V = d^2 (b_0 + b_1 h)$	0,98237	0,96505	0,10195

Model No	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>
1	-0,01681	7,00423			
2	0,00958	0,23265			
3	0,4047	1,92886	0,94382		
4	-0,00825	0,34696	-0,00111	-0,74610	0,23383
5	-0,00394	0,10867	0,35919		
6	0,017111	0,10832	0,05443		
7	-0,60268	0,38849			

Tablo 4.2: Kızılağaçlarda kabuklu göğüs çaplarına (d-cm) karşıt gelen göğüs boyu çift kabuk kalınlıkları (2b-cm)  
The relation between diameter outside bark (d-cm) and breast height double bark thickness (2b-cm) of Alder

d	2b	d	2b	d	2b	d	2b	d	2b
8	0.26	20	1.12	32	1.78	44	2.25	56	2.52
10	0.42	22	1.24	34	1.87	46	2.31	58	2.55
12	0.57	24	1.36	36	1.96	48	2.36	60	2.57
14	0.72	26	1.47	38	2.04	50	2.41		
16	0.86	28	1.58	40	2.11	52	2.45		
18	0.94	30	1.68	42	2.18	54	2.49		

Tablo 4.3: Kızılağaçlarda kabuklu göğüs çaplarına (d-cm) karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları (dkbs-cm)  
The relation between diameter outside bark (d-cm) and diameter inside bark (dkbs-cm) of Alder

d	dkbs	d	dkbs	d	dkbs	d	dkbs	d	dkbs
8	7.74	20	18.88	32	30.22	44	41.75	56	53.48
10	9.58	22	20.76	34	32.13	46	43.69	58	55.45
12	11.43	24	22.64	36	34.04	48	45.64	60	57.43
14	13.28	26	24.53	38	35.96	50	47.59		
16	15.14	28	26.42	40	37.89	52	49.55		
18	17.06	30	28.32	42	39.82	54	51.51		

Tablo 4.4: Gerçek hacimlerle hesaplanan hacimler fark yüzdelerinin dağılımı  
The distribution of percent volume differences

Kademe	Frekans	Yüzde Frekans (%)
% 0 - 5	212	41.6
% 5 - 10	140	27.5
% 10 - 15	88	17.3
% 15 - 20	38	7.5
% 20 - 25	17	3.3
% 25 - 30	11	2.1
% 30 - 45	4	0.7

Toplam 510

Tablo 4.5 : Denenen biyokütle modellerine ilişkin istatistikler  
Statistics of tested biomass models

Bileşen component	Model No.1		Model No.2		Model No.3		Model No.4		Model No.5	
	R <sup>2</sup>	SEE%	R <sup>2</sup>	SEE%	R <sup>2</sup>	SEE%	R <sup>2</sup>	SEE%	R <sup>2</sup>	SEE%
Gövde odunu Stem wood	0,777	34,1	0,855	27,7	0,896	25,1	0,828	30,1	0,851	28,2
Gövde kab. Stem bark	0,382	46,9	0,684	33,7	0,773	28,8	0,678	34,1	0,727	31,5
Y.dallar live branches	0,061	84,9	0,243	76,8	0,314	73,5	0,279	74,9	0,298	74,4
Dalc.-yap. Twigs and leaves	0,000	88,6	0,170	77,7	0,267	73,5	0,216	75,5	0,271	73,3
Tüm ağaç Total tree	0,742	34,7	0,853	26,3	0,911	20,6	0,842	27,3	0,869	25,0

#### 4.12. Çap - Kabuk ilişkisi

Çift kabuk kalınlığı (B) ile göğüs çapı (d) arasındaki ilişki deneme ağaçları verilerinin dağılımına uygun olarak bir eğri ya da doğruyla saptanmaktadır. Hacım tablosu için seçilen 510 deneme ağacının kabuklu göğüs çapı ve çift kabuk kalınlıkları arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için veriler önce bir koordinat sisteminde taşınmıştır (Grafik 4.5) (S. 50). Noktaların daha önceki çalışmalarında olduğu gibi (Loetsch ve diğ., 1973, S. 110; Saracoğlu, 1986, S. 93) ikinci dereceden bir parabol ile dengelenmesinin olası olduğu görülmüştür. Bu dengeleme için En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmış ve 4.11 eşitliği elde edilmiştir.

$$B = - 0.411316 + 0.089817.d - 0.000668.d^2 \quad (4.11)$$

Bu eşitliğe ilişkin istatistikler,

Korelasyon Katsayısı	R = 0.91
Belirtme Katsayısı	R <sup>2</sup> = 0.82
Standart Hata	S <sub>e</sub> = 0.013 cm

olarak bulunmuştur. Kızılağaç kabuklu göğüs çapı - Çift kabuk kalınlığı ilişkisi, 6 - 60 cm lik çap sınırları arasında Grafik 4.5 'te gösterilmiştir.

Elde edilen denklem, kabuklu göğüs çaplarına karşı gelen göğüs yüksekliğindeki çift kabuk kalınlıklarını cm olarak vermektedir. Denklemden kestirilen çift kabuk kalınlıkları Tablo 4.2 de verilmiştir. Belirtme katsayısına göre; göğüs çapı, çift kabuk kalınlığındaki değişimin % 82.22 sine neden olmaktadır. Belirtme katsayısı yeterince büyüktür.

Denklemden çift kabuk kalınlığı ortalama olarak kestirilince Kızılağaçların kabuksuz göğüs çaplarını (dkbs) da kabuk kalınlığını ölçmeden ve dengeleme işlemlerine girmeden,

$$dkbs = d - B \quad (4.12)$$

$$dkbs = - b_0 + (1 - b_1).d - b_2.d^2$$

dönüşümünden ve 4.11 eşitliğindeki değerlerden yararlanarak,

$$dkbs = d - B = 0.411316 + 0.910183.d + 0.000668.d^2 \quad (4.13)$$

eşitliği ile hesaplanabilecektir (Loetsch ve diğ., 1973, S. 111). Bu bağıntıdan yararlanılarak, kabuklu göğüs çaplarına karşı gelen kabuksuz göğüs çapları hesaplanmış ve Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Kabuksuz göğüs çaplarını veren eşitlik 4.13'ün kabuklu çapa göre türevi alınırsa,

$$d(dkbs) / d(d) = 0.910183 + 2 \cdot (0.000668) \cdot d \approx i / i \quad (4.14)$$

yaklaşık eşitliği bulunur (Loetsch ve diğ., 1973, S. 116). Bu eşitlik, 1 cm kabuksuz çap artımına karşılık gelen kabuklu çap artımını vermektedir. Eşitlik 4.14'ten kabuklu çap artımı,

$$i / d = (0.910183 + 0.001336 \cdot d) \cdot i / dkbs \quad (4.15)$$

olarak bulunur. Eşitliğin sağ tarafındaki parantezli çarpanın kabuk katsayısı olduğu bilinmektedir (Meyer, 1942). Böylece kabuk katsayısı,

$$K = 1 / (0.910183 + 0.001336 \cdot d) \quad (4.16)$$

çapa bağlı olarak değişmektedir (Loetsch ve diğ., 1973, S. 112).

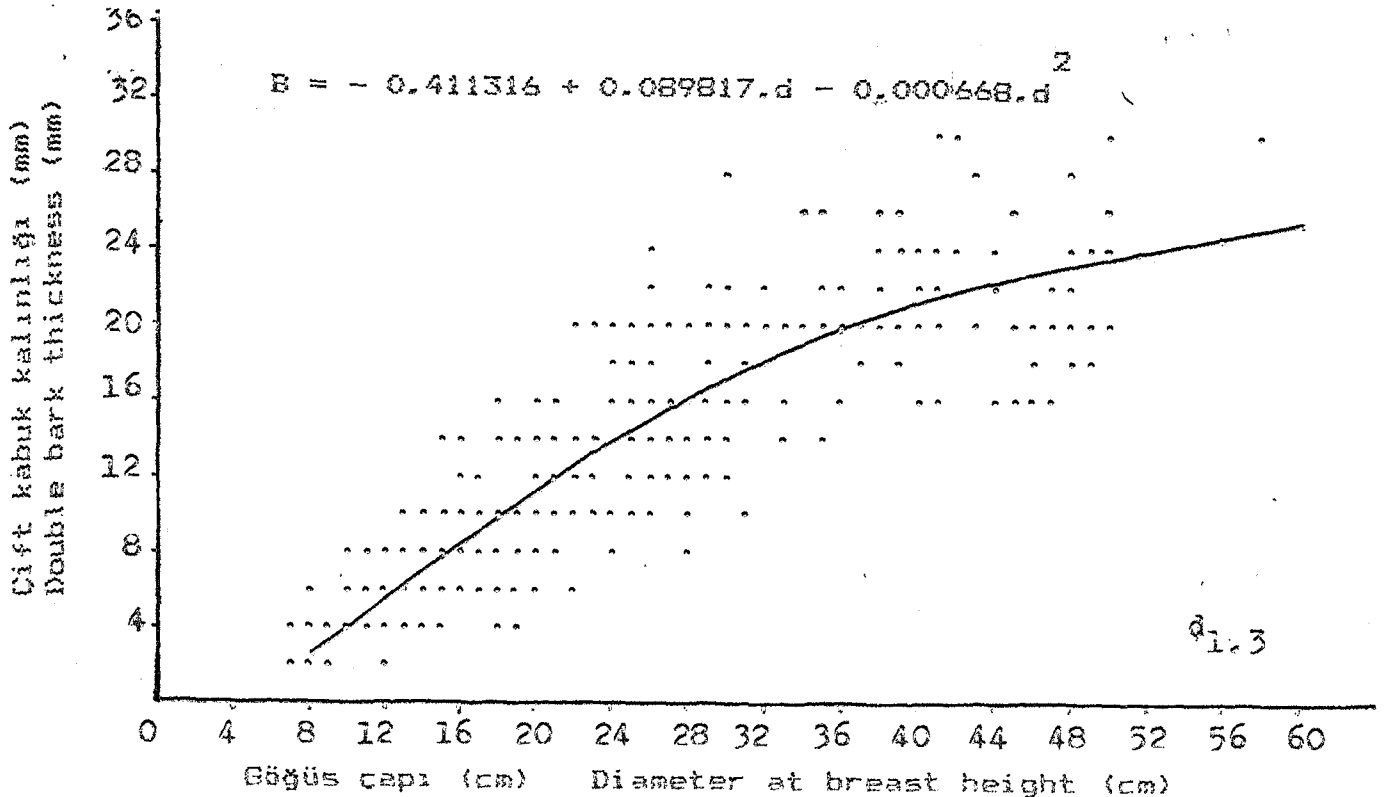
Kabuk katsayısının, orta çap ( $d = 23$  cm) için ortalama değeri

$$K_{23} = 1.0628 \quad (4.17)$$

olarak bulunmuştur. Orta çapın 23 cm olarak kabul edilmesi ile,  $K_{23}$  bütün çaplar için kullanılabilir. Meyer'in kabuk faktörü adı verilen  $K_{23}$  katsayısını, mesererede en az 30 ağacın kabuklu ve kabuksuz çaplarını ölçerek,

$$K = \sum d / \sum dkbs \quad (4.18)$$

formülü ile saptadığı bilinmektedir.



Grafik 4.5: Göğüs çapı - Cift kabuk kalınlığı ilişkisi

#### 4.13. Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun Diğer Hacım Tabloları ile Kıyaslanması

Kızılağac çift girişli gövde hacım tablosu değerlerinde kaba hatalara düşülüp düşülmediğini kontrol etmek, ayrıca Kızılağac gövdelerinin belirli çap ve boylarda oluşturdıkları dolgunluk özelliği hakkında bilgi edinabilmek için, çeşitli çift girişli gövde hacım tablosu değerlerinden yararlanılmıştır. Sakallı Kızılağac kabuklu gövde hacımlarının boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi, Bölüm 3.313'te açıklanan dört ağac türü ile kıyaslanmıştır.

Grafik 4.6-9'lerde görüldüğü gibi, Sakallı Kızılağac aynı çap ve boydaki Gri Kızılağac'tan daha fazla kabuklu gövde hacmı oluştururken, Sarıçam ve Ladin'e benzer özellikler göstermekte, Kazdağı Gökner'inden ise küçük değerler içermektedir.

Gri Kızılağac'tan her boy kademesinde daha dolgun gövdeler oluştururken (Grafik 4.6), Sarıçam'dan biraz daha dolgun özellikte olduğu (Grafik 4.7) görülmektedir (S. 52).

Ladin'le yapılan kıyaslamada, küçük boy kademesinde (15 m) Ladin lehinde büyük dolgunluk farkı görülürken, büyük boy kademelerinde (20 m ve 25 m) bu fark azalmakta, hatta Kızılağac lehine (Grafik 4.8) dönmektedir. Bu durumun Kızılağac hacım tablosunun hatasından ileri gelip gelmediğini araştırmak için, Kızılağac'ların büyük çap ve boy kademelerinde gerçek ve tablo hacımları arasındaki ilişkisi, göğüs çapları 40 cm den büyük olan 54 deneme ağacında incelenmiş ve bunların Toplam Fark'ı % 1.13 ve Ortalama Ayrılış'ı % 3.27 olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, Kızılağac hacım tablosunun büyük çaplarda da güvenilirlik sınırları içinde kaldığını açıklamaktadır. Kızılağac lehine olan fark, doğal şekil katsayısı ya da diğer nedenlerden oluşabilmektedir (S. 53).

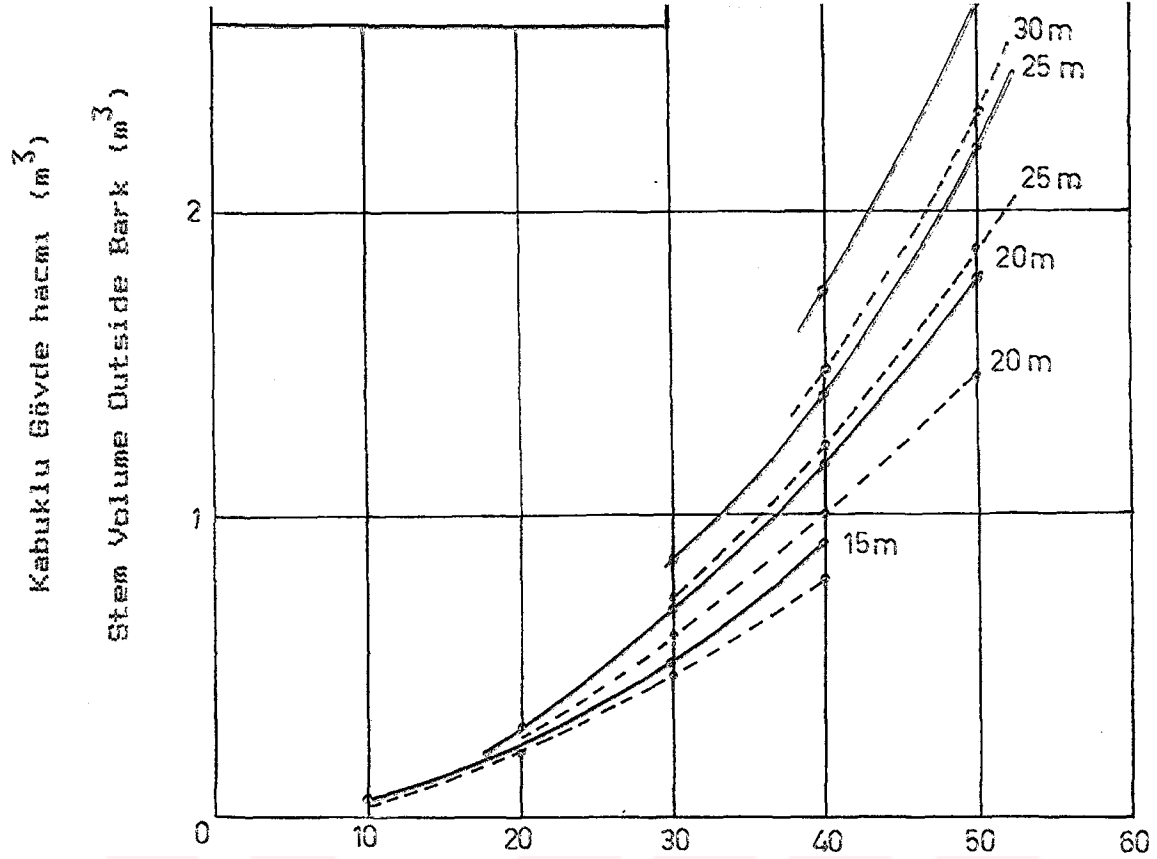
Gökner ise, her boy kademesinde gittikçe artan bir oranda Kızılağac'tan daha dolgun gövdeler oluşturmaktadır (Grafik 4.9).

#### 4.2. Biyokütle Tabloları ile İlgili Bulgular

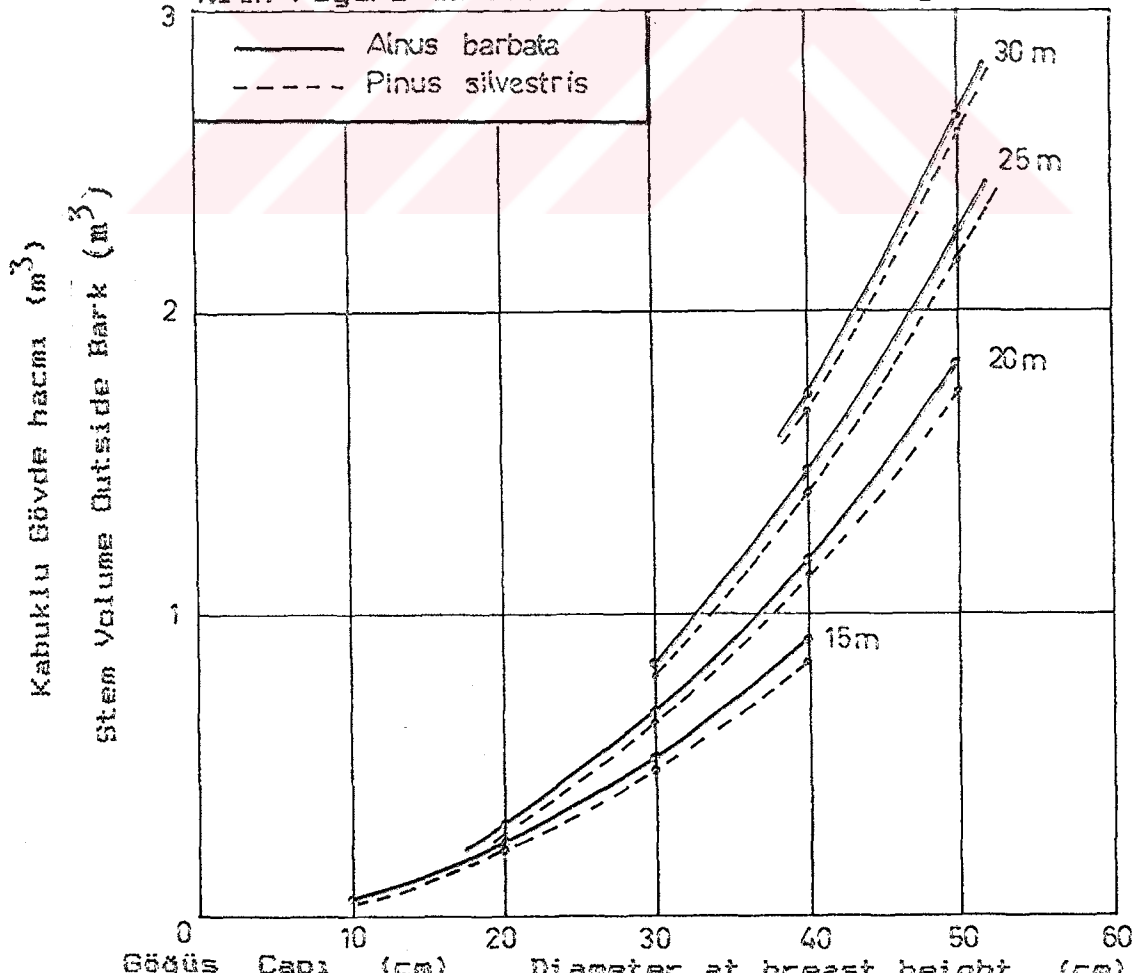
Ağac bileşenleri ve tüm ağac kuru ağırlık tablolarının düzenlenmesinde kullanılan 3 modelden en uygununun bulunabilmesi için, ölçüt olarak ilk üç modele ilişkin Belirtme Katsayısı ( $R^2$ ) değerleri ile son iki model için hesaplanan Uyum İndeksi (FI) değerleri kıyaslanmış, ayrıca Standart Hata Yüzdesi (SEE %) değerleri kontrol edilmiştir (Tablo 4.5). 3 nolu modelin en uygun olduğu, en büyük belirtme katsayısı ve en küçük standart hata yüzdesi değerlerinden anlaşılmaktadır. Bu sonuç, Alemdağ (1981)'in çeşitli ağac türlerinde bulduğu sonuçla uyum içindedir.

Kabul edilen modelin (Model No:3) ağac bileşenleri ve tüm ağac için katsayıları ile çeşitli istatistik değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Gövde odunu, gövde kabuğu ve tüm ağac için belirtme katsayısı değerleri büyük çıkmasına karşın, yaşayan dallar ile dalcık ve yapraklarda bir çok araştırmada olduğu gibi (Alemdağ, 1981; Crow, 1983; Ker, 1984; Mathevan, 1983) bu değerler küçük olduğu gözlenmektedir. Bu da yaşayan dallar ile dalcık ve yapraklar için bağıntının zayıf olduğunu göstermektedir. Ayrıca tüm ağac kuru ağırlığı için bulunan katsayıların, tüm ağacı oluşturan bileşenlerin katsayıları toplamına eşit olduğu da görülmektedir. 3 nolu modelin en uygun olduğu, en büyük belirtme katsayısı ve en küçük standart hata yüzdesi değerlerinden anlaşılmaktadır. Bu sonuç, Alemdağ (1981)'in çeşitli ağac türlerinde bulduğu sonuçla uyum içindedir.



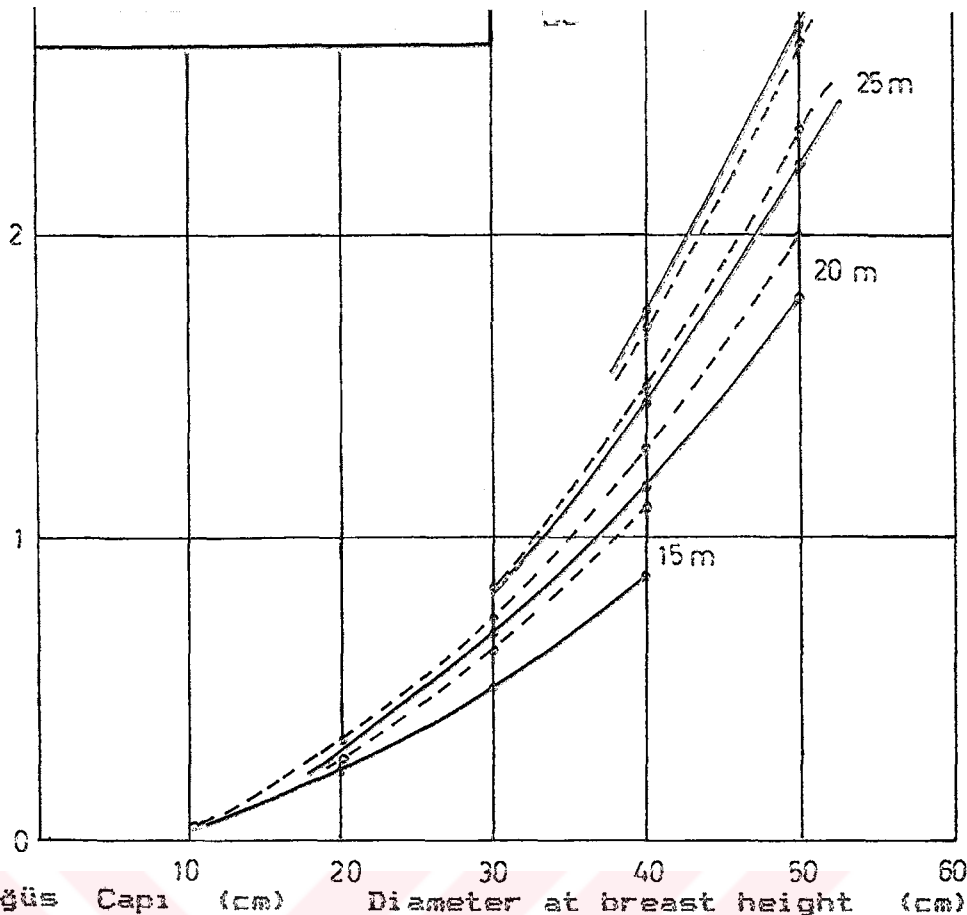


Göğüs Çapı (cm) Diameter at breast height (cm)  
 Grafik 4.6: Kabuklu gövde hacimlerinin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi  
 Change of stem volume outside bark in the categories with regard to diameter at breast height



Göğüs Çapı (cm) Diameter at breast height (cm)  
 Grafik 4.7: Kabuklu gövde hacimlerinin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi  
 Change of stem volume outside bark in the categories with regard to diameter at breast height

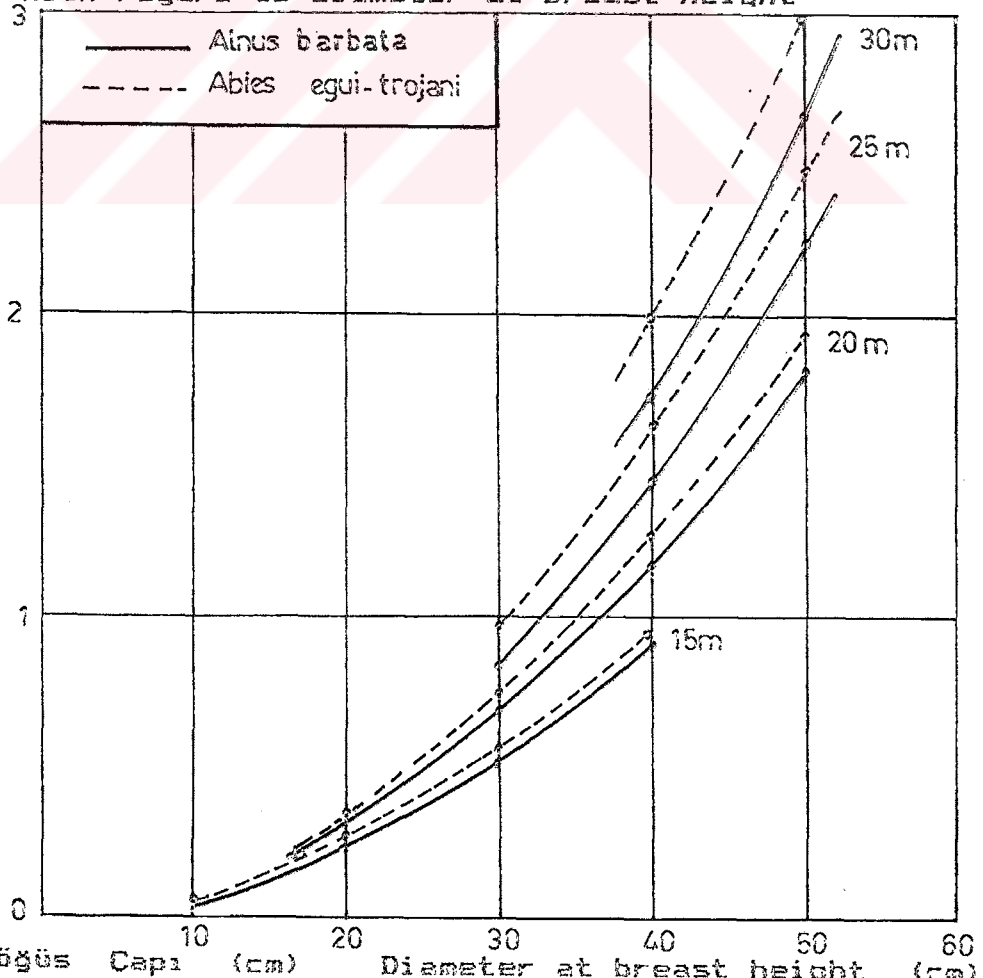
Kabuklu Gövde Hacmi (m<sup>3</sup>)  
Stem Volume Outside Bark (m<sup>3</sup>)



Göğüs Çapı (cm) Diameter at breast height (cm)

Grafik 4.8: Kabuklu gövde hacimlerinin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi  
Change of stem volume outside bark in the categories with regard to diameter at breast height

Kabuklu Gövde Hacmi (m<sup>3</sup>)  
Stem Volume Outside Bark (m<sup>3</sup>)



Göğüs Çapı (cm) Diameter at breast height (cm)

Grafik 4.9: Kabuklu gövde hacimlerinin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre değişimi

Düzenlenen kuru ağırlık tablolarının doğruluk dereceleri ve hata yüzdeleri, hacim tablosunun kontrolünde kullanılan Toplam Fark ve Ortalama Sapma ölçütlerine göre belirlenmiş ve Tablo 4' te özetlenmiştir. Toplam Fark tüm ağac için çok iyi bir sonuçla  $Z = 0.3$  olarak  $\% 1$  değerinden küçük bulunmuştur. Buna karşın ağac bileşenlerinin toplam fark ve ortalama ayrılış değerleri birbirinden farklı ve oldukça büyük değerler aldığı izlenmiştir.

Tablo 4.6: Kuru Ağırlık Tablolarının kontrolünde kullanılan istatistikler  
Statistics used in controlling of dry-weight tables

İstatistikler Statistics	Gövde Odunu Stem Wood	Gövde Kabuğu Stem Bark	Yaşayan Dallar Live Branches	Dalcık ve Yapraklar Twigs and Leaves	Tüm Ağac Whole Tree
Toplam Fark Aggregate difference	7.33	5.58	- 1.83	- 2.21	- 0.30
Ortalama Sapma : % Average deviation	18.82	19.34	30.65	28.57	16.93

#### 4.21. Gövde Bileşenlerinin Kuru Ağırlık Yüzdeleri

Ağac bileşenlerinin ve tüm ağacın kuru ağırlık değerlerinin kg cinsinden belirlenmesi gibi, gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenlerinin fırın kurusu ağırlık yüzdelerinin de belirlenmesi önem taşımaktadır.

Gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenlerinin fırın kurusu ağırlık yüzdeleri Bölüm 3.222'de açıklanan model kullanılarak hesaplanmıştır. Modelde yer alan  $dm/d$  ve  $hm/h$  oranlarının kabul edilebilir sınır değerleri aşağıda açıklandığı biçimde belirlenmiştir.

1 - Kabul edilebilir  $dm/d$  oranının hesaplanması,

2

$$Y = a + bX + cX^2 \quad \text{denklemini kullanılarak} \quad (X = dm/d) \quad (4.20)$$

Tablo 4.12'de tepe odunu için daha önce En Küçük Kareler Yöntemi' ne göre hesaplanan  $a$ ,  $b$  ve  $c$  katsayıları kullanılarak, eşitliğin kökleri,

$$X_1 = dm/d = + 0.305 \quad X_2 = dm/d = - 0.332$$

olarak bulunmuştur. Burada, sınır değeri için ikinci kök negatif olduğundan atılmakta ve birinci kök olan  $X_1 = 0.305$  kabul edilmektedir.  $dm/d$  ve  $hm/h$  oranları 0 ile 1 arasında değişmektedir (Grafik 3.5., S. 39). Herhangi bir ağac için, bu oranların kabul edilebilir sınır değerleri dışında kalacak değerlerinin, KA % modellerinde (4.20 ve 4.21) kullanılmaları yanlış sonuç verecektir.

2 - Kabul edilebilir hm/h oranının hesaplanması,

$$Y = a + bX + cX^2 \quad \text{denklemini kullanılarak} \quad (X = hm/h) \quad (4.21)$$

Tablo 4.12'de tepe odunu için verilen a, b ve c katsayıları kullanılarak, eşitliğin kökleri

$$X_1 = hm/h = + 0.884 \quad X_2 = + 1.188$$

olarak bulunmuştur. Burada, sınır değeri için, ikinci kök 1 den büyük olduğundan atılmakta ve birinci kök olan  $X_1 = 0.884$  kabul edilmektedir.

Kabul edilebilir sınır değerleri bulunduğundan sonra, bu değerler yardımı ile Grafik 3.5'te durum gösterilmiştir. Bir ağacın iki model uygulandığında benzer sonuçlar elde edilememektedir. Bu iki modelden (4.20 ve 4.21) en iyi sonucu vereni bulmak için, Tablo 4.12'de açıklanan kerestelik odun, kerestelik kabuk ve tepeye ilişkin  $R^2$  ve SEE % değerleri ölçüt olarak alınmış, kıyaslamalar sonucu hm/h modelinin gövde içerisindeki kuru ağırlık yüzdesi dağılımının hesaplanmasında daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Böylece, bir Kızılağaç gövdesinin kerestelik odun, kerestelik kabuk ve tepe bileşenlerinin kuru ağırlık yüzdelerinin hesaplanmasında hm/h oranını içeren 4.21 nolu eşitlik tercih edilebilecektir.

#### 4.22. Kütük Kuru Ağırlık Yüzdesi

Tüm ağacın biyokütlesi içinde, çeşitli ağac bileşenlerinin oranlarının bilinmesi gibi, kütük ile ilgili özellikler de önem taşımaktadır. Kütük ile ilgili bulgular iki tablo biçiminde özetlenmiştir. Değişik yüksekliklerdeki kütük ağırlığının gövde ağırlığına oranı 5 cm lik kütük yüksekliği kademelerine göre kütük odunu, kütük kabuğu ve kabuklu kütük odunu ölçütlerinde Tablo 4.7 de verilmiştir.

Kütük ile ilgili bulgulardan birisi de, değişik yüksekliklerdeki kütük hacminin (ve ağırlığı) tüm kütük hacmine (ve ağırlığı) oranları biçiminde olup Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Kızılağaç bileşenlerinin gövde odununa ve toplam ağaca göre kuru ağırlık yüzdeleri dağılımı ise ayrı ayrı Tablo 4.12'de (S. 57) verilmiştir.

#### 4.23. Kuru Ağırlık / Yaş Ağırlık Oranı

Ağac bileşenleri ya da tüm ağacın yaş ağırlıkları yardımı ile kuru ağırlıklarının bulunabilmesi için, bu iki ağırlık arasındaki oranlar Formül 3.21 ile ayrı ayrı hesaplanarak Tablo 4.11'de (S. 57)'de açıklanmıştır.

#### 4.24. Kızılağaç Gövde Odunu Hacim Yoğunluk Değeri

Kızılağaç gövde odununun hacim yoğunluğu, gövde odunu kuru ağırlığının yaş hacmine oranı ile  $504 \text{ kg/m}^3$  olarak bulunmuştur.

Tablo 4.7: Kabul edilen modelin (Model No.3) denklemleri  
 The equations of agreed model (Model Nr.3)  
 $KA (OM) = b_0 + b_1 d^2 + b_2 \cdot h$

Ağaç bileşeni Tree component	Katsayılar - Coefficients				SEE%
	$b_0$	$b_1$	$b_2$	R	
Gövde odunu Stem wood	-30,617	0,225	3,034	0,896	23,6
Gövde kabuğu Stem bark	1,429	0,020	0,119	0,773	28,8
Yaşayan dallar Live branches	0,643	0,011	0,135	0,314	73,5
Dalcık ve yapraklar Twigs and leaves	1,669	0,005	-0,054	0,267	73,5
Tüm ağaç Total tree	-27,076	0,261	3,234	0,911	20,6

Tablo 4.8: Değişik yüksekliklerdeki kütük ağırlık yüzdeleri  
 The stump weight percentages at the different heights

Kütük yüksekliği Stump height (cm)	Kütük odunu Stump wood (%)	Kütük kabuğu Stump bark (%)	Kütük odunu + kabuk Stump wood + bark (%)
Toplam gövde fırın kurusu ağırlığının % si % of total stem oven-dry mass			
5	1,32	0,14	1,64
10	2,59	0,27	1,01
15	3,82	0,40	4,22
20	5,01	0,53	5,54
25	6,20	0,65	6,58
30	7,34	0,77	8,11

Tablo 4.9: Değişik yüksekliklerdeki kütük hacminin (ve ağırlığı) oranları  
 The volume (and weight) percentages at the different heights

Kütük yüksekliği (cm) Stump height (cm)	%
5	17,95
10	35,28
15	52,07
20	68,36
25	84,45
30	100,00



Tablo 4.10: Ağaç bileşenlerinin ortalamaları ile en büyük ve en küçük değerleri  
The mean, max. and min. worths of tree components

Ağaç bileşenleri Tree component	N	Ar.ort.	min.	max.	S.sapma SD	CV(%)
d1,30	86	19,00	5,30	37,60	6,74	35,47
boy - height	86	14,48	6,20	24,10	4,04	27,90
+gövde odunu yaş ağ.	86	203,23	5,98	626,68	145,20	71,45
+gövde kabuğu " "	86	22,33	1,09	61,85	13,20	59,11
yaş dalların " "	86	13,27	1,10	58,00	11,30	85,15
dal.-yaprak. " "	86	7,56	0,80	32,60	6,51	86,11
tüm ağacın " "	86	246,39	9,10	694,11	165,99	67,37
+gövde odunu kuru ağ.	86	104,28	2,90	321,49	75,27	72,18
+gövde kabuğu " "	86	11,30	0,53	32,19	6,74	59,65
yaş dalların " "	86	7,18	0,61	31,69	6,30	87,74
dal.-yaprak. " "	86	3,00	0,30	11,97	2,52	84,00
tüm ağacın " "	86	125,76	4,42	360,37	85,85	68,26
dm/d	252	0,65	0,19	0,97	0,18	28,53
hm/h	252	0,49	0,08	0,94	0,22	45,10

+ : kütük dahil (with stump) CV = standart sapma / arit. ort.  
ağırlıklar : kg'dır.

Tablo 4.11: Kuru ağırlık / Yaş ağırlık (KA/YA) oranları  
Dry-weight / fresh-weight (DM/BM) ratios

Gövde odunu - Stem wood	0,509
Gövde kabuğu - Stem bark	0,509
Yaşayan dallar - Live branches	0,537
Dalcık ve yapraklar - Twigs and leaves	0,432
Tüm ağaç - Whole tree	0,507
Gözlem sayısı - Observation number	86

Tablo 4.12: Kuru ağırlık yüzdeleri (bileşen oranları)  
The dry-weight percentages (component proportions)

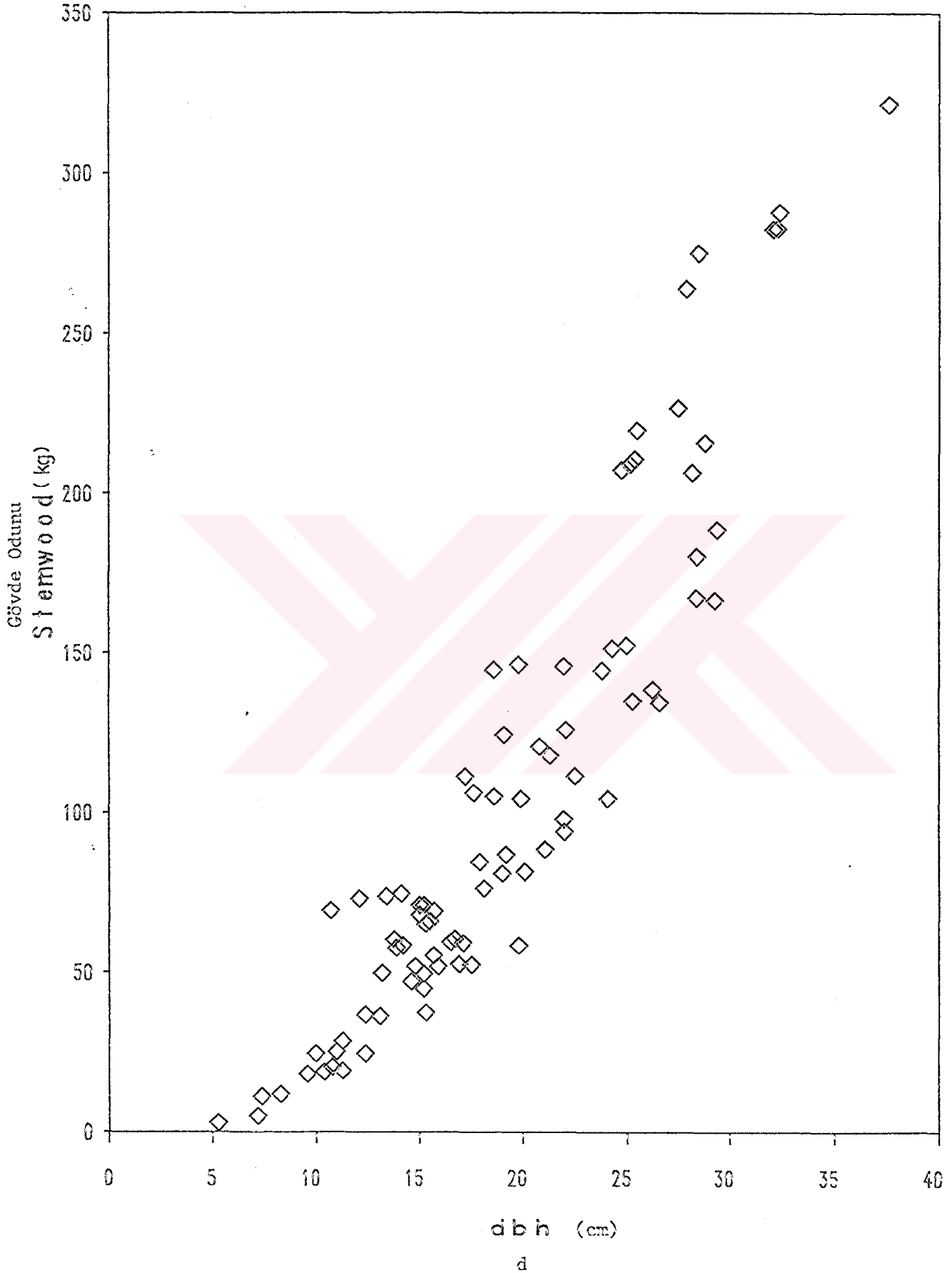
	Gövde odununa göre by stem wood	Toplam ağaca göre by total tree
Gövde odunu	100,00	82,92
Gövde kabuğu	10,84	8,99
Yaşayan dallar	6,88	5,71
Dalcık ve yapraklar	2,88	2,38
Tüm ağaç	120,60	100,00

Tablo 4.13: Kuru ağırlığın gövde içerisinde dağılışı (fırın kuru-  
su odun ağırlığı + kabuk ağırlığı = topraktan tepeye  
kadar toplam gövde ağırlığı)  
The distribution of dry-weight in stem (oven-dry wood  
weight + bark weight = total stem weight from earth  
to top)

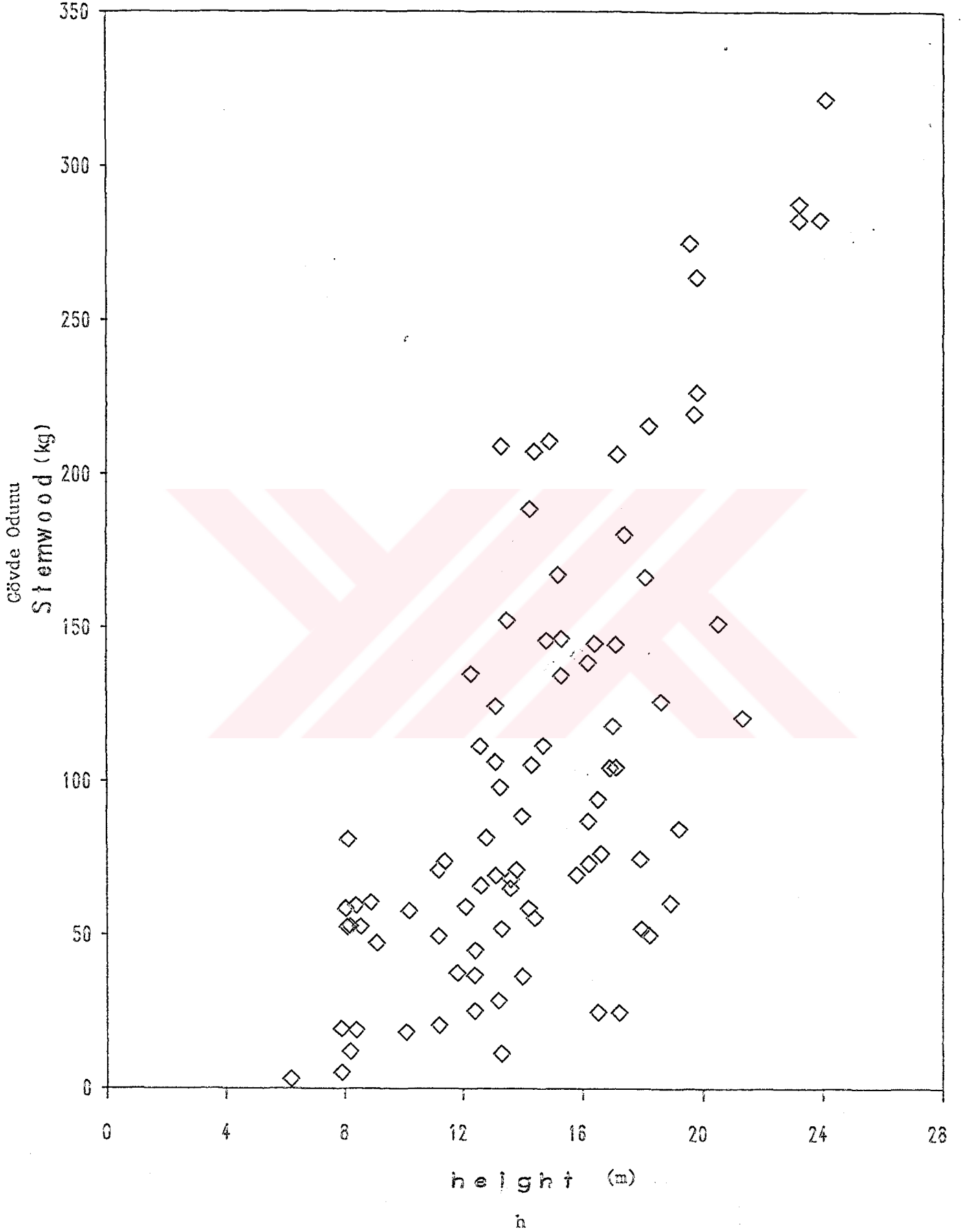
Ağaç bileşeni Tree component	Katsayılar - Coefficients				SEEX
	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2$	
dm/d modeline göre					
Odun - Wood	98,35	-7,70	-57,29	0,687	14,3
Kabuk - Bark	8,54	5,84	-10,78	0,228	34,1
Tepe (odun+kabuk)					
Top (wood+bark)	-8,89	1,86	68,07	0,659	45,3
hm/h modeline göre					
Odun - Wood	17,60	142,22	-67,99	0,885	8,7
Kabuk - Bark	1,66	17,05	-8,87	0,386	30,5
Tepe (odun+kabuk)					
Top (wood+bark)	80,74	-159,27	76,86	0,872	27,7
Kabul edilen en küçük dm/d oranıtısı = 0,305					
Kabul edilen en büyük hm/h oranıtısı = 0,884					

Tablo 4.14: Türkiye orman alanının işletme türleri ve orman  
formlarına dağılışı (Canal ve Özalp, 1987, s. 66)  
The area distribution of türkish forests to  
management species and forest forms

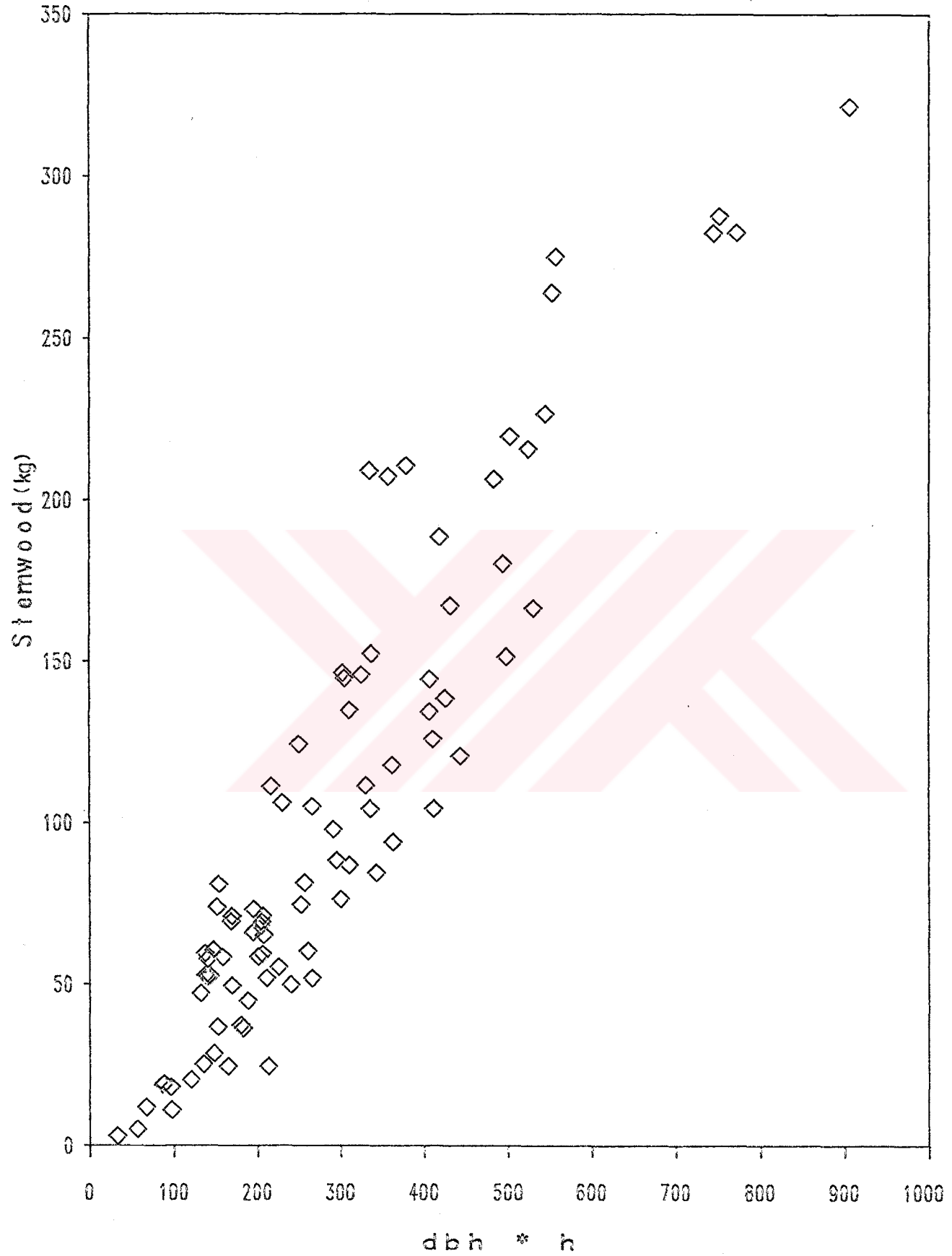
İşletme türü ve orman formu Management species and forest forms	Kapladığı alan (ha) Amount of forest area
1. Kuru ormanları - High forests	
a) Normal - Productive	6 176 899
b) Bozuk - Degraded	4 757 708
Kuru ormanları toplamı - Total	10 934 607
2. Baltalık ormanları - Coppice forests	
a) Normal - Productive	2 679 588
b) Bozuk - Degraded	6 585 131
Baltalık ormanları toplamı - Total	9 264 689
Toplam - Total	20 199 296



Grafik 4.10: Bögüs çapı-gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ilişkisi  
Correlation of dbh with stem wood oven-dry mass

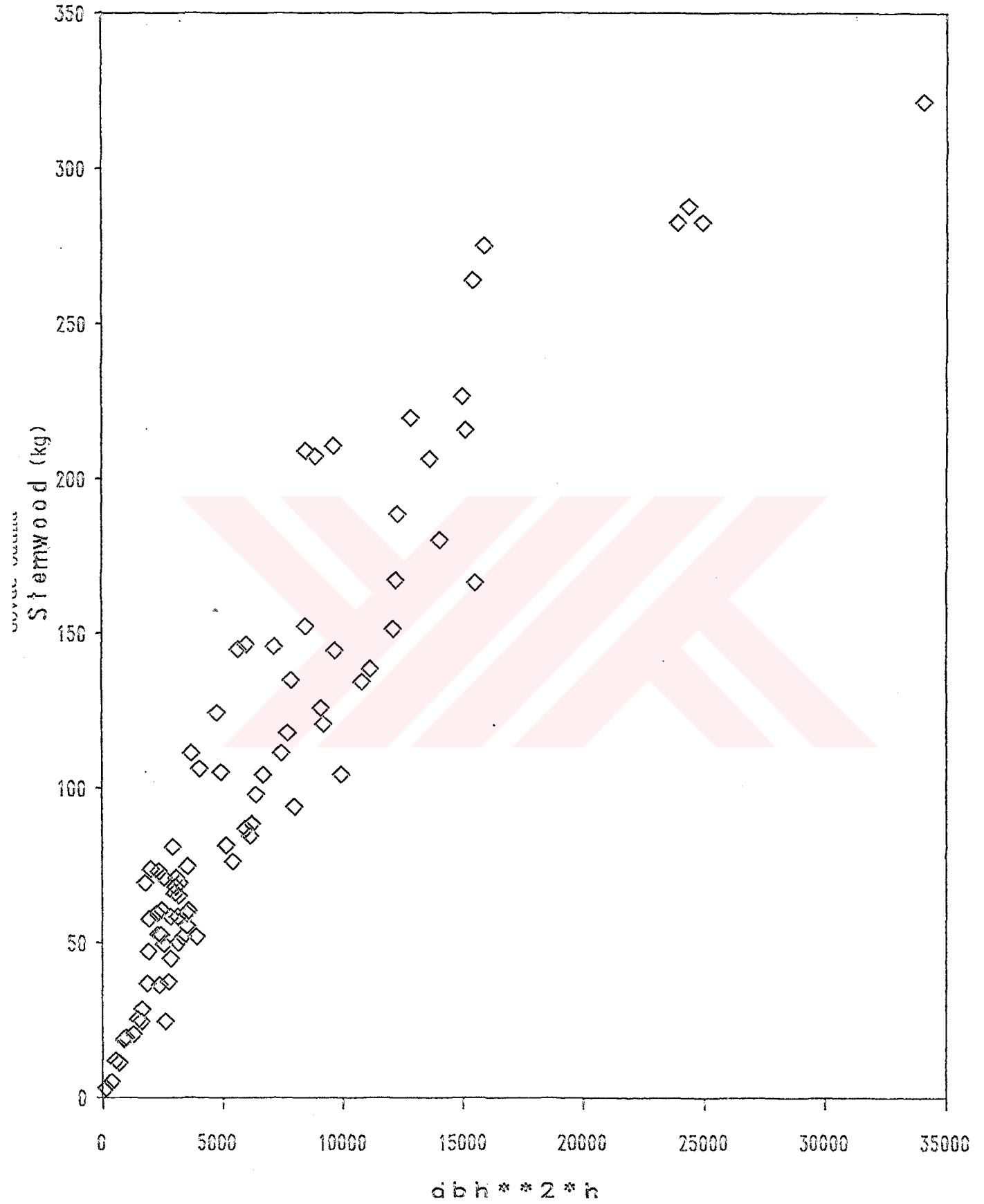


Grafik 4.11: Ağac boyu-gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ilişkisi  
 Correlation of tree height with stem wood oven-dry m.



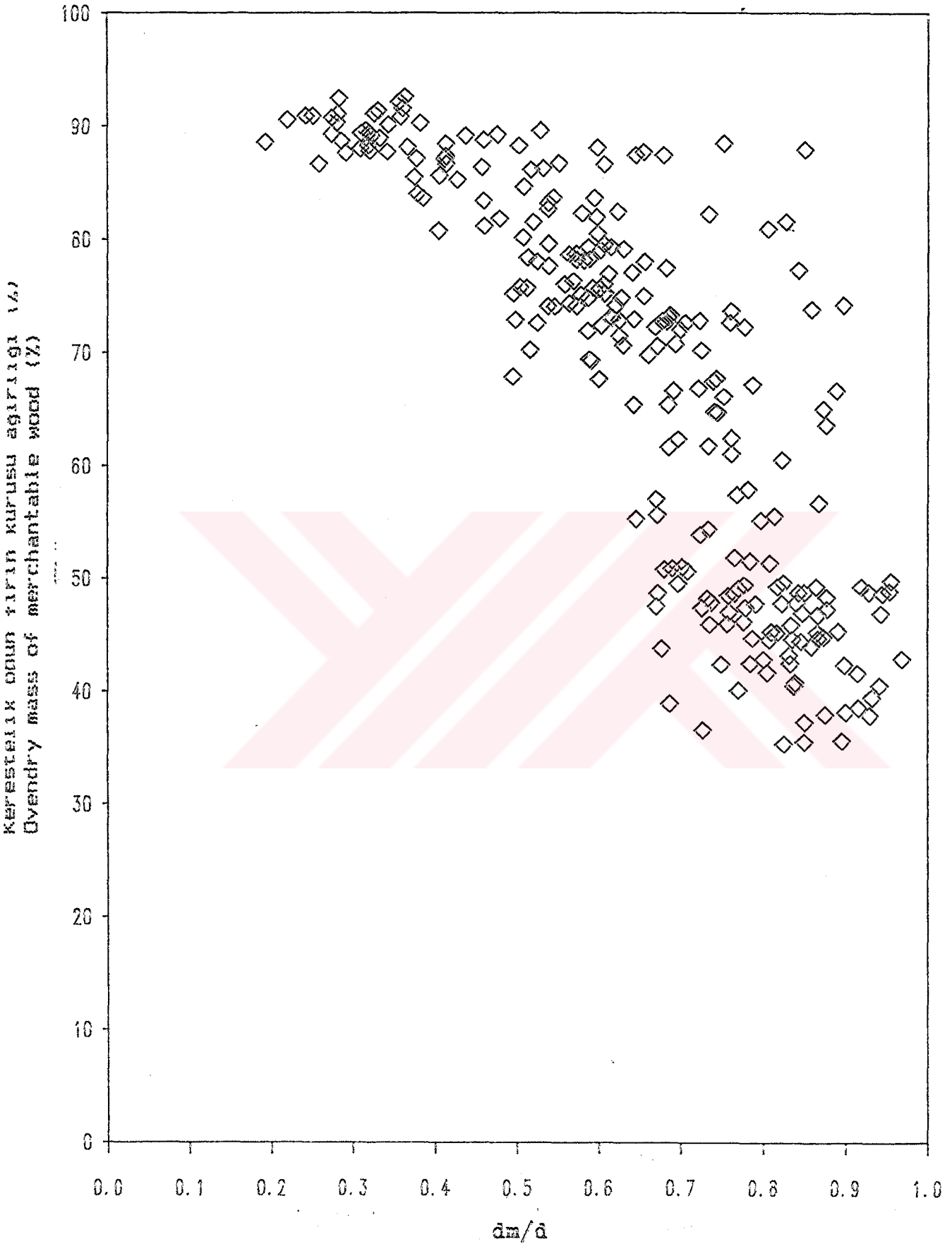
Grafik 4.12: dbh-gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ilişkisi  
Correlation of dbh with stem wood oven-dry mass



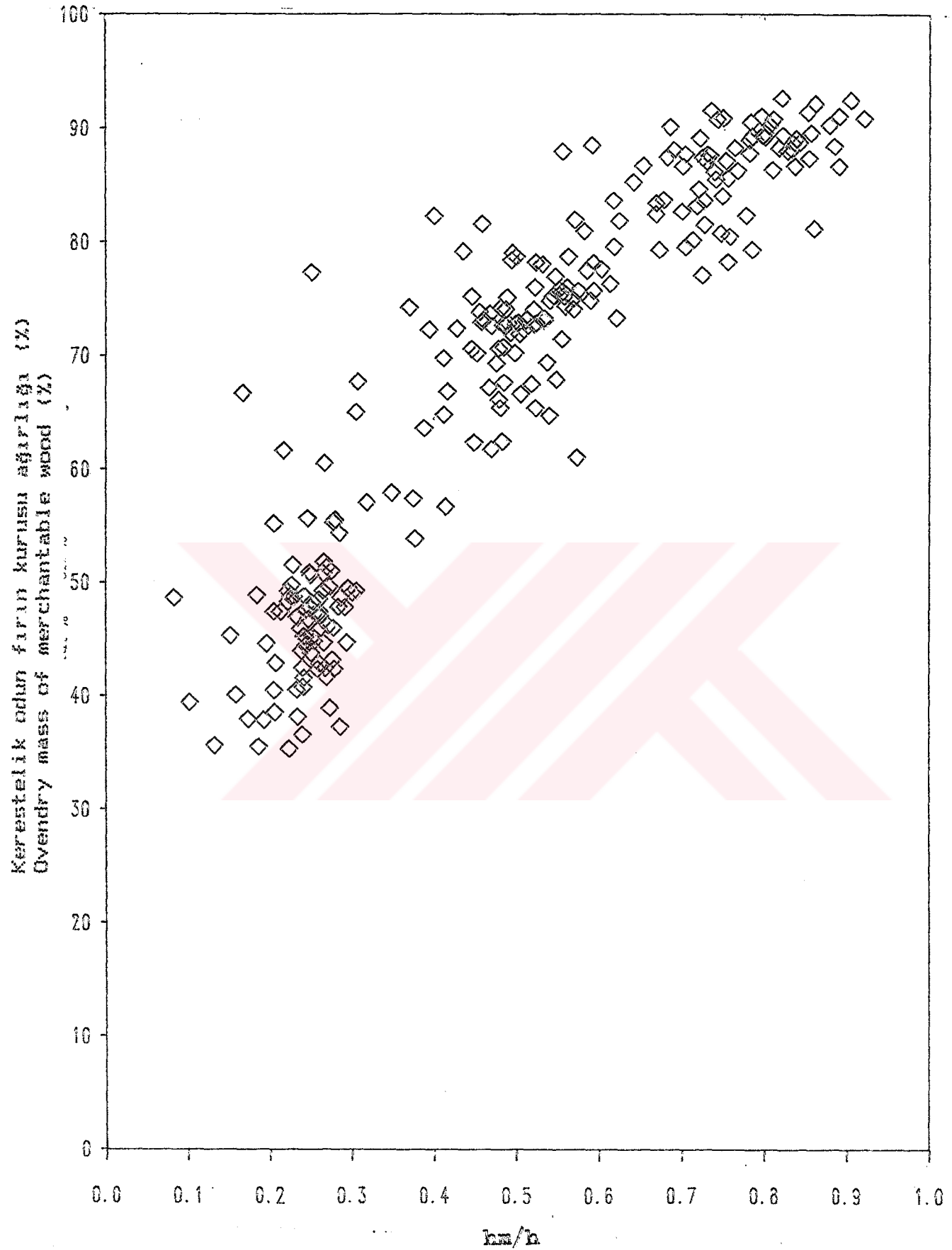


2

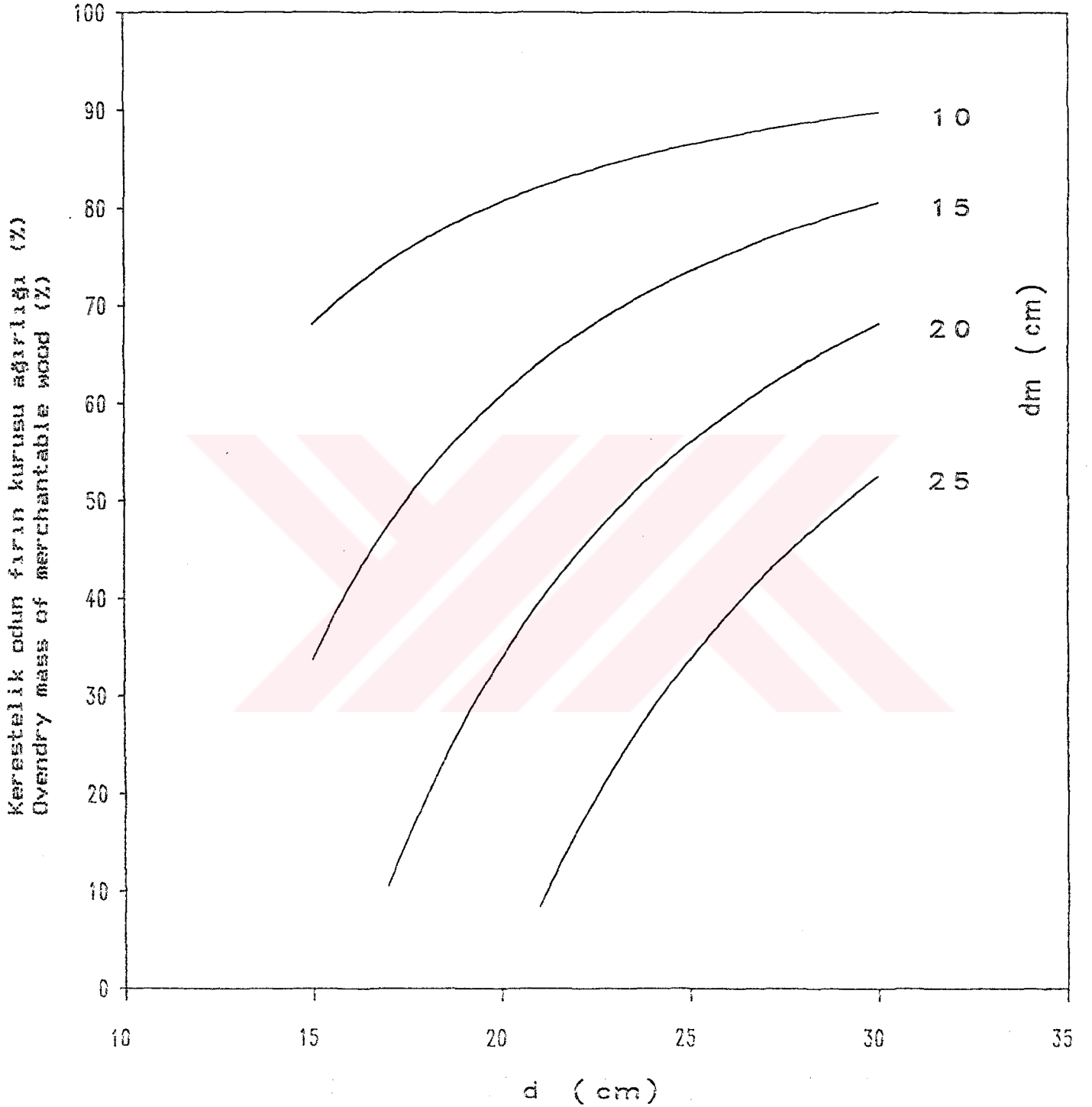
Grafik 4.13: dbh - gövde odunu fırın kurusu ağırlığı ilişkisi  
 Correlation of dbh with stem wood oven-dry mass



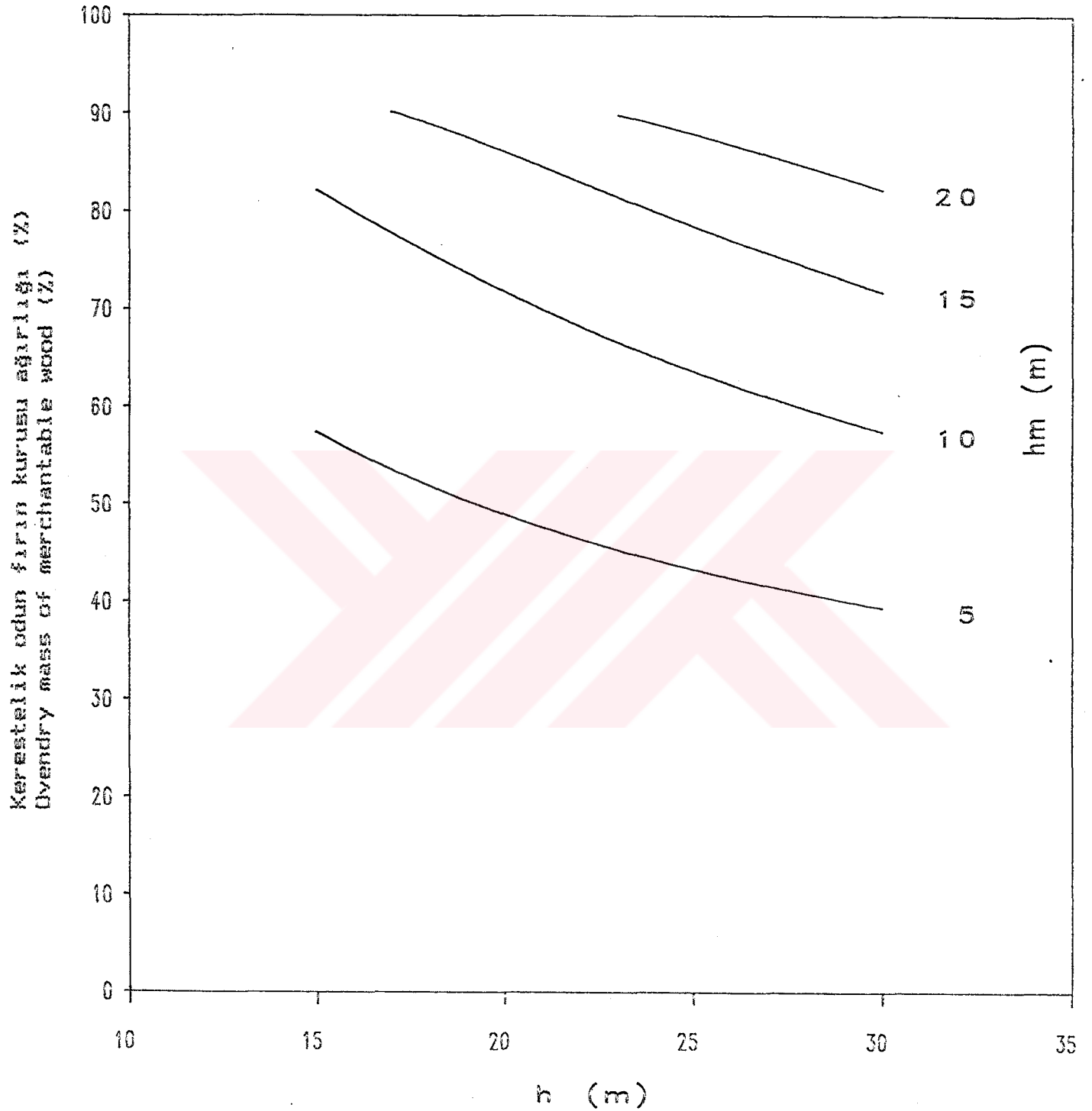
Grafik 4. 14: Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over  $dm/d$  ratio  
 Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesi-  
 nin  $dm/d$  oranına göre değişimi



Grafik 4. 15: Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over hm/h ratio  
 Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesi-  
 nin hm/h oranına göre değişimi



Gratik 4. 16: Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over  $d$  for given  $d_m$  values  
 Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesi-  
 nin belirli  $d_m$  değerleri için  $d$  ye göre  
 değişimi



Grafik 4. 17: Behavior of oven-dry mass of merchantable wood percent over h for given hm values  
 Kerestelik odun fırın kurusu ağırlık yüzdesi-  
 nin belirli hm değerleri için h ya göre  
 değişimi



### 5. SONUC VE ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren Sakallı Kızılağaç'ın çeşitli yetiştirme ortamlarında, değişik gelişim çağlarında ve sıklıktaki saf ve müdahale görmemiş mescerelerinde, Gövde Hacım Tablolarının düzenlenmesi için 55 mescerede toplam 510 deneme ağacında ve Biyokütle Tablolarının düzenlenmesi için ise 19 deneme alanında toplam 86 deneme ağacında araştırmalar yapılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma alanları Perşembe-Hopa/Kemaipaşa arasında, Greenwich'e göre  $37^{\circ} 47' - 41^{\circ} 33'$  Doğu Boyamları ile Ekvator'a göre ise  $40^{\circ} 41' - 41^{\circ} 32'$  Kuzey Enlemleri arasında alınmıştır. Çalışma alanlarının denizden yükseklikleri ise, 10 m ile 1610 m arasında geniş bir kuşak oluşturmaktadır.

Kızılağaç Gövde Hacım Tabloları, Tek ve Çift Girişli Gövde Hacım Tabloları olarak düzenlenmiştir. Tek Girişli Gövde Hacım Tablosu için,

$$V = b \cdot d \cdot h \quad \text{Kopecky-Behrhardt}$$

hacım modeli seçilmiş ve hesaplamalar sonucu,

$$V = - 0.0188 + 7.00423 \cdot d^2$$

bulunmuştur.

Çift Girişli Gövde Hacım Tablosunun düzenlenmesi için 6 hacım modeli denenmiştir (S. 34). Bu 6 modelden en uygun sonucu veren

$$V = a \cdot d \cdot h \quad \text{Schumacher-Mall}$$

$$V = 0.4046877 \cdot d \cdot h$$

hacım modeli kıyaslamalarda en iyi sonucu ( $R^2 = 0.992$ ,  $S_e = 0.046$ ) verdiği için seçilmiştir. Çift girişli gövde hacım tablosunun kullanılabilirliği çeşitli biçimlerde denenmiş ve Toplam Fark = % 0.34 ve Ortalama Ayrılış = % 8.12 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçları ile tablonun aranan düzeyde (Toplam Fark < % 1, Ortalama Ayrılış < % 10) olduğu görülmüştür. 510 deneme ağacının gerçek hacimleri toplamı ile, tablo hacimleri toplamı arasındaki fark ise,  $0.726 \text{ m}^3$  olarak bulunmuştur.

Ayrıca göğüs çapı - çift kabuk kalınlığı ilişkisi araştırılmıştır. 4.11 eşitliğinden (S. 49) yararlanılarak kabuklu çaplara karşıt gelen kabuksuz çaplar 4.13 eşitliği ile hesaplanmış ve Tablo 4.3 (S. 48)'de gösterilmiştir.

Kızılağac kabuklu gövde hacminin boy kademeleri içinde göğüs çapına göre dağılımı, diğer ağac tablolarıyla; *Alnus incana* (Schrotter, 1983), *Pinus silvestris* (Alemdağ, 1977), *Picea orientalis* (Akalp, 1978) ve *Abies equi-trojani* (Asan, 1984) kıyaslanmıştır. Sakallı Kızılağac değerleri, Gri Kızılağac'a kıyasla daha büyük olurken (Grafik 4.6), Sarıçam değerlerine benzerlik göstermektedir (Grafik 4.7) (S. 52-53).

Kızılağac hacim değerleri rölatif olarak düşük çap ve boy kademelerinde ( $d < 40$  cm ve  $h < 25$  m) Ladin değerlerinden küçük kalırken, kalın çap ve yüksek boy kademelerinde ( $d \geq 40$  cm,  $h \geq 25$  m) önce Ladin'a çok yaklaştığı, daha sonra da geçtiği görülmektedir (Grafik 4.8). Bu durumun Kızılağac hacim tablosundan kaynaklanabileceği düşünülerek,  $d \geq 40$  cm ve  $h \geq 25$  m kademelerinde 54 ağacın gerçek gövde hacimleri ile tablo gövde hacimleri karşılaştırılmıştır. Toplam Fark 510 ağac için % - 0.34 olurken, kalın çaplı bu 54 ağac için % - 1.13 olduğu, ayrıca Ortalama Ayrılış 510 ağac için % 8.12 olurken, kalın çap kademelerinde % 3.27 ye azaldığı görülmüştür. Bu değerlerle de, Kızılağac çift girişli gövde hacim tablosunun kalın çap kademelerinde de güvenilirlik sınırları içinde kaldığı görülmektedir.

Kızılağac gövde hacim değerleri, Gökner değerlerinden her boy kademesinde küçük kalmaktadır (Grafik 4.9).

Kızılağac Biyokütle Tabloları olarak, Kızılağac bileşenlerinin (gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar) ve tüm ağacın kuru ağırlık tabloları düzenlenmiştir. 5 kuru ağırlık modeli, 19 deneme alanında kesilen toplam 86 adet deneme ağacının verilerine göre denemiş ve kıyaslamalarda en iyi sonucu ( $R^2 = 0.911$ , SEE % = 20.6) veren Alemdağ (1980) modeli seçilmiştir. Biyokütle tabloları,

$$KA = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h$$

Alemdağ

Gövde odunu	$KA = - 30.817 + 0.225.d^2 + 3.034.h$
Gövde kabuğu	$KA = 1.429 + 0.020.d^2 + 0.119.h$
Yaşayan dallar	$KA = 0.643 + 0.011.d^2 + 0.135.h$
Dalcık ve yapraklar	$KA = 1.669 + 0.003.d^2 - 0.034.h$
Tüm ağac	$KA = - 27.076 + 0.261.d^2 + 3.234.h$

kuru ağırlık modeline göre düzenlenmiştir (Tablo B.1-5). Böylece ülkemizde ilk kez bir ağac türü için kuru ağırlık tabloları düzenlenmiştir. Bu tablolar yardımı ile Kızılağac bileşenlerinin ve tüm ağacın kuru ağırlık değerleri, çift girişli gövde hacim tablosuna benzer biçimde, çap ve boyun fonksiyonu olarak bulunabilmektedir (S. 80-87).

Ticari amaçlar için ağacın yalnız kerestelik gövdesi alınmakta, tepe bölümü genellikle ormanda bırakılmaktadır. Kerestelik olmayan bu tepe bölümünün bir enerji kaynağı olarak oranın bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle gövdenin kerestelik ve kerestelik olmayan bileşenlerinin fırın kurusu ağırlık yüzdeleri değişik bir yöntem ile hesaplanmıştır.

Ağac biyokütlesinin bir bileşeni olan kütüğün kimi özelliklerinin bilinmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Kütük ağırlığının gövde ağırlığına oranı, 5 cm lik kütük yüksekliği kademelerine göre kütük odunu, kütük kabuğu ve kabuklu kütük odunu ölçütlerinde belirlenmiştir. Ayrıca değişik yüksekliklerdeki kütük ağırlığının tüm kütük ağırlığına oranları da hesaplanmıştır (Tablo 4.8-9, S. 56).

Ağacın ve bileşenlerinin yaş ağırlığı, ağacın rutubet derecesi mevsimden mevsime değişiklik göstermesi nedeniyle kıyaslamalara uygun olmamaktadır. Bunun için, ağac bileşenleri ve tüm ağacın yaş ağırlıklarının fırın kurusu ağırlığa dönüştürülmesini sağlayacak olan Kuru Ağırlık / Yaş Ağırlık (KA/YA) oranları belirlenmiştir (Tablo 4.11, S. 57).

Kızılağac gövde odununun hacim yoğunluk değeri, gövde odunu kuru ağırlığının yaş hacmine oranı ile  $504 \text{ kg/m}^3$  olarak bulunmuştur.

Endüstrileşmiş ülkeler iyi özellikteki ormanlarında bile, tek ağacın kullanılabilir gövde odunu ile birlikte dal, kabuk, ibre ve kök gibi artıkların boyutlarını ağac türlerine göre saptayarak üretim süreçlerinde değerlendirirken, ülkemizde uygulanan orman işletmeciliği ile, yalnız ağacın kabuksuz gövde odunu istihsal edilmekte ve ağacın diğer bileşenleri orman içerisinde çürümeye bırakılarak büyük bir servet kaybına neden olmaktadır. Bu kaybın Kızılağac'taki durumunu ortaya koymak için, 86 deneme ağacının verilerine göre hesaplanan sonuçlardan yararlanılmıştır. Kabuksuz fırın kurusu kerestelik gövde odunu (7309.1 kg) dışında ormanda bırakılan fırın kurusu ağac bileşenleri (3293.6 kg) miktarının, toplam fırın kurusu ağac ağırlığının (10802.7 kg) % 30.49'unu oluşturduğu bulunmuştur. Bu sonuç, gelecek yıllarda ormanda bırakılan ağac bileşenlerinin değerlendirilmesinin ne kadar büyük önem kazanacağını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucu olarak; ormancılıkta hasılat, amenajman, orman envanteri, işletme ekonomisi, ağac teknolojisi gibi çeşitli bilim dallarına yardımcı olacak, Kızılağac Hacim ve Biyokütle Tabloları düzenlenmiş olmaktadır.

Ülkemizde odun hammaddesi gereksiniminin var olan ormanlardan odun üretimi ile sağlanabilmesi için, kısa süre içerisinde ciddi ve kalıcı önlemlerin alınması gerekmektedir. Yılda 300.000 ha alanın ağaçlandırılması, bozuk ormanların iyileştirilmesi yanında bu önlemlerden birisi de, biyokütle konusuna önem verilerek diğer ağac türlerinin biyokütle özelliklerinin de araştırılması ve sonuçlarından yararlanılmasıdır.

## KAYNAKLAR

- Akalan, I. (1985). Tükenebilir enerji kaynakları karşısında Biomass, *Tabiat ve İnsan*, 19(3), 5-13.
- Akalp, T. (1978). Türkiye'deki Doğu Ladinleri Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, I.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 261, 145 s.
- Akalp, T. (1983). Değişik Yaşlı Mescerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu, I.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 327, 168 s.
- Akgür, N. (1982). Gövde hacminin tayininde kullanılan formüllerin irdelenmesi, *I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 32(2), 301-337.
- Alban, D.H. and D.A. Perala (1978). Biomass and nutrient distribution in aspen, pine and spruce stands on the same soil type in Minnesota, *Can. J. For. Res.*, 8, 290-297.
- Aldred, A.H. and I.S. Alemdağ (1988). Guidelines for forest biomass inventory, Petawawa Nat. For. Ins., Can. For. Serv. Inf. Rep. PI-X-77, 133 pp.
- Alemdağ, I.S. (1962). Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarının Belisimi Hasılatı ve Amenajman Esasları, D.A.E. Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 11, 160 s.
- Alemdağ, I.S. (1975). Definition and analyses of components of stand increments, *For. Chron.*, 51(6), 5 pp.
- Alemdağ, I.S. (1977). Formulation of stand volume increments in single-examination sample plots, *For. Chron.*, 87-90.
- Alemdağ, I.S. (1978). Evaluation of some competition indexes for the prediction of diameter increment in planted white spruce, *For. Man. Inst., Inf. Rep. FMR-X-108*, 39 pp.
- Alemdağ, I.S. (1979). An analytical look at the log volume formulas, *For. Man. Inst., Can. Serv., Environ. Can.*, 17 pp.
- Alemdağ, I.S. (1980). Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships, Petawawa Natl. For. Inst., Can. For. Serv., Inf. Rep. PI-X-4, 38 pp.
- Alemdağ, I.S. (1981 a). Single-tree equations for estimating biomass of trembling aspen, large tooth aspen and white birch in Ontario, *For. Chron.*, 169-173.
- ..... (1981 b). Aboveground-mass equations for six hardwood species from natural stands of the research forest at Petawawa, *Can. For. Serv., Environ. Can., Inf. Rep. PI-X-6*, 9 pp.



- Alemdag, I.S. (1982 a). Aboveground dry matter of Jack pine, Black spruce and Balsam fir trees at two localities in Ontario, For. Chron., 26-30.
- .....(1982 b). Biomass of the merchantable and unmerchantable portions of the stem, Environ. Can., Can. For. Serv., Inf. Rep. PI-X-20, 20 pp.
- .....(1982 c). Methods of estimating forest biomass from stand volumes: A case study with Ontario jack pine, Pulp+Paper Can., 83(9), 41-43.
- Alemdag, I.S. and W.M. Stiehl (1982). Spacing and age effects on biomass production in red pine plantations, For.Chron., 58(5) 220-224.
- Alemdag, I.S. (1984 a). Wood density variation of 28 tree species from Ontario, Petawawa Natl.For.Inst., Inf.Rep. PI-X-45, 12 pp.
- .....(1984 b). Total tree and merchantable stem biomass equations for Ontario hardwoods, Petawawa Natl. For. Inst., Inf. Rep. PI-X-46, 54 pp.
- Alemdag, I.S. (1985). Estimating oven-dry mass of trembling aspen and white birch using measurements from aerial photographs, Can. J. For. Res., 16, 163-165.
- Aitınlı, E. (1970). iyidere Havzası Gelişme Planı, 48 s.
- Anri, A. (1979). Verwendung der Biomasse der Baumarten Schwarzkiefer und Robinia als Spanplattenrohstoff unter Berücksichtigung der Ganzbaumernte im Kurzumtrieb, Diss.Freiburg, 143 S.
- Asan, U. (1984). Kazdağı Bökneri Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayını, No. 365, 207 s.
- Batu, F. (1971). Ertragstafel und Leistungspotential der Kiefer (Pinus silvestris L.) in der Türkei, Diss., Freiburg, 110 S.
- Bostancı, S. (1986). Adi Kızılağac (Alnus glutinosa L. Geartn.) odununu kağıt endüstrisinde değerlendirme olanakları, TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, ORUTAR Ünitesi Proje No: 4, 83 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Y. Göker (1981). Orman Ürünlerinden Faydalanma, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 297, 432 s.
- Brown, S. and A.E. Lugo (1982). The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle, Biotropica, 14(3), 161-187.
- Canal, Ö. ve G. Özalp (1987). Biokütle olarak doğal baltalıklar ile ilgili araştırmalar, O.A.E. Dergisi, 33(65), 37-69.



- Chisholm, B.S. and G.D. Raalte (1980). Biomass harvesting and chipping in a tolerant hardwood in central New Brunswick, Can. For. Serv., Inf. Rep. M-X-111, 9 pp.
- Chiyenda, S.S. and A. Kozak (1984). Additivity of component biomass regression equations when the underlying model is linear Can. J. For. Res., 14(3), 441-446.
- Cole, B. (1965). Construction and analysis of comprehensive tree volume tarif tables, Res. Man. Rep. No. 8, 64 pp.
- Conn, G. (1971). Konstruktion eines Mittelstammtarifes für natürliche Laubholzmischbestände (Galamat), Diss., Freiburg, 101 S.
- Crow, T.R. and P.R. Laidly (1980). Alternative models for estimating woody plant biomass, Can. J. For. Res., 10(3), 367-370.
- Crow, T.R. (1983). Comparing biomass regressions by site and stand age for red maple, Can. J. Res., 13, 283-288.
- Cunia, T. (1981). Cluster sampling and tree biomass tables construction, IUFRO 1981 Japan, 151-163.
- Cunia, T. and J. Michelakackis (1984). A method to construct a forest biomass population model, State Uni. of New York, 5 pp.
- Devlet Meteoroloji İleri Genel Müdürlüğü, (1984). Ortalama, Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri, Başbakanlık Basımevi, 677 s
- D.P.T., (1985). V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Raporu, Yayın No. DPT:2006-İİK:310, 429 s.
- Dimitri, L. (1981). Biologisch-technische und wirtschaftliche Möglichkeiten zur Produktion grosser Biomasse durch den Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb anhand bisheriger Erfahrungen, Forstarchiv, 52(5), 174-179.
- Doucet, R. and J.V. Berglund (1976). Dry matter production in 40-year-old Pinus banksiana stands in Quebec, Can. J. For. Res., 6, 337-367.
- D.S.E. (1980). Türkiye'de Ormancılık Gelişiminin Güncel Sorunları Semineri Bildirileri ve Tartışma Özetleri, Tas Matbaası, 250 s
- Enghardt, H. (1971). Schaftformuntersuchungen, Diss. Freiburg, 115 S
- Eraslan, İ. ve B.S. Evcimen (1967). Trakya'daki Meşe ormanlarının hacim ve hasılatı hakkında tamamlayıcı araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 17(1), 31-56.
- Eraslan, İ. (1983). Hızlı büyüyen ağac türlerinin önemi, tanımı ve Türkiye'de bu türlerle kurulacak plantasyonların potansiyel üretim kapasitesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 33, Sayı 2, 1-27.

- Erinc, B. (1969). Klimatoloji ve Metodları, İ.Ü. Yayın No. 994, Coğrafya Enstitüsü Yayın No. 35, 538 s.
- Ernst, B. and D.W. Hann (1984). Volume and value prediction for young-growth true fir trees, *Forest Science*, 30(4), 871-882.
- Erten, P. ve S. Önal (1985). Ağaç türlerimiz odun ve kabuklarının kalori değerlerinin saptanmasına ilişkin araştırmalar. *OAE Dergisi*, Cilt : 31, Dergi No : 62, 77-89.
- Evcimen, B.S. (1963). Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi Hasılat ve Amenajman Esasları, T.C. Tarım Bakanlığı, OGM Yayınları, 355(16), 199 s.
- Eyüboğlu, A.K. (1975). Kızılağac'ın (*Ainus barbata*) fidanlıkta yetiştirilmesinde uygun ekim sıklığının saptanması, *OAE Yayınları*, Teknik Bülten No. 74
- Fırat, F. (1972). Orman Hasılat Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 166. 191 s.
- Fırat, F. (1973). Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 193
- Fischer, L.A. (1981). Energie aus Biomasse. Bisherige Erfahrungen und künftige Entwicklungen in den USA, Kanada und Brasilien, *Int. Holzmarkt*, 72(14), 4-5.
- Fryer, H.C. (1966). Concepts and methods of experimental statistics. Allyn and Bacon, Inc., Boston, 425 pp.
- Gampe, S. (1981). Forstliche Aspekte des amerikanischen Weltmodells für das Jahr 2000, *Allg. Forst Z.*, 36, 381-383.
- Gattinger, T.E. ve C. Erantöz (1962). Türkiye Jeoloji Haritası, Trabzon, M.T.A., Ankara, 75 s.
- Grigal, D.F. and L.K. Kernik (1984). Generality of black spruce biomass estimation equations, *Can. J. For. Res.*, 14(3), 468-470.
- Grundner, T. und M. Schwappach (1952). Messentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbaume und Waldbestände, Verlag von Paul Parey, Berlin, 41 S.
- Gülen, İ. (1965). Karacamba Cap Artımı ile Hacim Artımı Arasındaki Münasebatlar Üzerinde Araştırmalar, T.C. Orman Bakanlığı, OGM Yayınları, 419(9), 88 s.
- Günel, A. (1970). Basit doğrusal regresyon, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt: 20, Sayı: 2, 208-224.
- Günel, A. (1971). Eğrisel ilişkilerin doğrusal hale getirilmesi ve doğrusal çoğul regresyon analizi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 21, Sayı: 1, 220-237.
- Günel, A. (1979). Gövde şekil emsalinin tayininde kullanılabilecek bir formül, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 29(2), 31-41.
- Gürsu, İ. (1967). Meryemana Araştırma Ormanı Kızılağacılarının Teknolojik özellikleri Üzerine Araştırmalar, D.A.E. Yayınları Teknik Bülten serisi, No. 11, 46 s.

- Hakkila, P. (1977). Whole-tree harvesting in the early thinning of pine., *Folia Forestalia, Institutum Forestale Fenniae, Nr. 333.*
- Ilhan, R. ve Taskin, O. (1976). Kızılgeç (Alnus barbata C.A.Mey) tel direk ve cit kazıklarının çeşitli metodlarla empenyesine ilişkin araştırmalar, DAE Yayınları, Teknik Bülten No. B2
- Ilvessalo, Y. (1947). Volume tables for standing trees, *Com. Ins. For. Fe., 34(4), 141-149.*
- Irmak, A. (1970). Orman Ekolojisi, i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 149, 367 s.
- Jacobs, M.W. and T. Cunia (1980). Use of variables to harmonize tree biomass tables, *Can. J. For. Res., 10, 483-490.*
- Kalıpsız, A. (1962). Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları T.C. Tarım Bakanlığı, DGM Yayınları, 339(7), 112 s.
- Kalıpsız, A. (1968). Meyer Metodları ve Kritiği, i.Ü. Orman Fak.
- Kalıpsız, A. (1976). Bilimsel Araştırma, i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 216, 187 s.
- Kalıpsız, A. (1981). İstatistik Yöntemler, i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 294, 338 s.
- Kalıpsız, A. 91982). Orman Hasılat Bilgisi, i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 328, 349 s.
- Kalıpsız, A. 91984). Dendrometri, i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 354, 407 s.
- Kapucu, F. (1972). Untersuchungen über die Anwendbarkeit von Punktstichprobefahren in ungleichaltrigen Naturmischbeständen, Diss., Freiburg, 175 S.
- Kayacık, H. (1982). Orman ve Park Ağaçlarının özel Sistematiği i.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 221, 200 s.
- Kennel, R. (1959). Die Genauigkeit von Kluppung und Umfassung nach einem Vergleichsversuch, *Fw. Obl. H. 7/8, 243-251.*
- Ker, M.F. (1980). Tree biomass equations for seven species in southwestern New Brunswick, *Can. For. Serv., Environ. Can., Can. For. Serv. Environ. Can., Inf. Rep. M-X-14, 18 pp.*
- Ker, M.F. (1984). Biomass equations for seven major maritimes tree species, *Can. For. Serv., Inf. Rep. M-X-148, 54 pp.*
- Kinashi, K. and F.X. Schumacher (1958). A test of standart volume table by multiple regression, *The Kyushu Uni. Forests, No.30, 127-133.*

- Kotimaki, T. and T. Cunia (1981). Effect of cluster sampling in biomass tables construction: ratio estimators models, *Can. For. Res.*, 11, 475-486.
- Kozlowski, T.T. (1971). Growth and Development of Trees, Academic Press, London, 514 pp.
- Kramer, H. (1983). Möglichkeiten und Grenzen einer Biomassennutzung im Wald, *Allg. Forst. Z.*, 582-585.
- Kreutzer, K. (1979). ökologische Probleme bei der Vollbaumernte, IUFRO-Seminar, Donaueschingen, Tagungsführer: 109-128.
- Krenn, K. (1944). Die Bestandesmassenermittlung mit Hilfe stehender Probestämme, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main.
- Küçük, Y. (1982). Kızılağac (Alnus barbata C.A. Mey.) odunundan yonga levha üretimi ve teknolojik özelliklerinin saptanması, DAE Yayınları, Teknik Bülten No. 115.
- Laer, W. und M. Spiecker (1951). Massenberechnungstafeln zur Ermittlung von Vorrat und Zuwachs von Waldbeständen, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main, 280 S.
- Lieffers, V.J. and J.S. Campbell (1984). Biomass and growth of *Populus tremuloides* in northeastern Alberta : estimates using hierarchy in tree size, *Can. J. For. Res.*, 14, 610-616.
- Lockow, K.W. (1983). Ein rationales Verfahren zur Konstruktion von Derbholzvolumen- und Derbholzformzahltafeln, *Beiträge f. d. Forstw.*, 1, 33-36.
- Loetsch, F. and F. Zöhrer (1973). Forest Inventory, Volume II, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 469 pp.
- Lomba, P. (1971). Schaftformuntersuchungen bei der Baumart *Abies pindrow*, Diss., Freiburg, 94 S.
- Maclean, D.A. and R.W. Wein (1976). Biomass of jack pine and mixed hardwood stands in northeastern New Brunswick, *Can. J. For. Res.* 6(4), 441-447.
- Merklund, L.G. (1987). Biomass functions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Sweden, Dep. of Forest Survey, Rep. 43.
- Mayer, G. (1962). Aufstellung einer Fichten-Derbholz-Massentafeln für alle Altersklassen, Diplomarbeit, Freiburg, 67 S.
- Merev, N. (1983). Türkiye Kızılağac (Alnus Mill.)'ları Odunlarının iç Yapıları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No. 2, 144 s.
- Matheven, I. (1983). Tree biomass equations for young plantations grown red pine (*Pinus resinosa*) in the maritime lowlands eco-region, *Can. For. Serv., Inf. Rep. M-X-147*, 15 pp.



- Miraboglu, M. (1955). Göknarlarda Sekil ve Hacim Arastirmalari  
T.C. Ziraat Vekaleti, ODM Yayinlari, 188(3), 103 s.
- Muhs, H.J. (1981). Energie aus Biomasse, Allg.Forst. Z.36,138-141
- Müller, G. und E. Zahn (1958). Eine gute Ausgleichfunktion zur  
Konstruktion von Massentafeln, Forstw. Cbl., 5/6, 188-191.
- Müller, G. (1959). Über die Aufstellung von Tarifen und einer ein-  
heitlichen Massentafeln für die Fichte in den mittleren Höhen-  
kurven verschiedener Standortseinheiten, Forstw. Cbl. 159-184
- Newcomer, J.A. and W.L. Myers (1984). Principal components analy-  
sis of total tree form in seven central Pennsylvania hardwood  
species, Forest Science, 30(1), 64-70.
- Noack, D. (1979). Holzeigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten  
schnellwachsender Baumarten, Der Forst- und Holzwirt, Nr. 6,  
112-120.
- Oderwald, R.G. and D.A. Yaussy (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.
- Paavilainen, E. (1981). Biomass yields and management of natural  
coppice stands, National Swedish Board for Energy Source  
Development, Technical Report No. 2, Stockholm, 28 pp.
- Pamay, B. (1967). Demirköy-İğneada Longos ormanlarının silvikül-  
türel analizi ve verimli hale getirilmesi için alınması gere-  
ken silvikültürel tedbirler üzerine arastirmalar, Orm. Gn.Md.  
Yayın No. 451/43, 174 s.
- Pellinen, P. (1985). Notwendigkeit und Probleme der Biomassen-  
ermittlung, Allg. Forst- u. J. Ztg., 141-143.
- Pellinen, P. (1986). Biomassenuntersuchungen im Kalkbuchenwald,  
Diss., Göttingen, 145 S.
- Peters, R. (1971). Konstruktion eines Massentafelmodells, Diss.,  
Freiburg, 95 S.
- Prodan, M. (1951). Messung der Waldbestände, J.D. Sauerlander's  
Verlag, Frankfurt a. Main, 260 S.
- Prodan, M. (1965). Holzmesslehre, J.D. Sauerlander's Verlag,  
Frankfurt a. Main, 644 S.
- Raymond, F. (1967). Tree-length volume tables, Fac. of For. Uni.  
Toronto, Tech. Rep. No. 7, 73-79.



- Rehfuess, K.E. (1977). Waldbau in einer Zeit geschaerften Umweltbewusstseins-Überlegungen eines Standortskundlers, Baden-Würt. Forstvereins, Reutlingen, 28 S.
- Ruprich, J. (1980). Möglichkeiten der Erfassung der potentiellen und realisierbaren Biomasse in der Forsteinrichtung, IUFRO 1980 Wien, 348-361.
- Saatcıoğlu, F. (1971). Silvikültür Tekniđi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 172, 562 s.
- Saatcıoğlu, F. (1976). Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 222, 423 s.
- Saracoğlu, N. (1985). Fayda-Değer Analizi ve Sürmene-Çamburnu Mesire Yerinde Uygulanısı, K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 8, Sayı. 1-2, 89-107.
- Saracoğlu, N. (1986). Brezilya: Otoler İcin Biyoalkol-Alkol Üretimi ya da Borç Frenlemesi, Tabiat ve İnsan, Haziran-1986, 33-39
- Saracoğlu, N. (1986). Yasamımız İcin Savaş, Tabiat ve İnsan, Eylül-1986, 32-39.
- Saracoğlu, N. (1988). Modern Ormancılıkta Yeni Görüş : Biyokütle, Orman Mühendisliği Dergisi, Mart-1988, 29-32.
- Saracoğlu, B. (1986). Karadeniz Yöresi Bökner Maşcerelerinde Artım ve Büyüme, İ.Ü. Orman Fakültesi, Doktora Tezi, 300 s.
- Sarkanen, K.V. and D.A. Tillmann (1980). Progress In Biomass Conversion, Academic Press, London, 216 pp.
- Schiehtl, H.M, and R. Stern (1965). In Anatolischen Gebirgen, Klagenfurt Verlag des Geschichtsvereins für Karnten.
- Schmidt-Vogt, H. (1971). Wachstum und Wurzelentwicklung von Schwarzerlen verschiedener Herkunft, AFJ, 142(6), 84-89.
- Schnur, G.L. (1937). Yield, stand and volume tables for even-aged Upland oak forests, U.S. Dep. Agr., Tech.Bull.No. 560, 60-67.
- Schober, R. (1952). Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbaume und Waldbestände, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg , 213 S.
- Schönenberger, W. (1984). Above-ground biomass of mountain beech (Nothofagus solandri) in diffrent stand types near Timberline in New Zealand, Forestry, 57(1), 60-73.
- Schrötter, H. (1983). Waldbaulich-ertragskundliche Untersuchungen an Weisserle (Alnus incana (L). Moench ) im Jungpleistozan der DDR, Beitrage f. d. Forstw., 17(2), 69-101.

- Soykan, B. (1986). Ormancılıkta Foto Yorumlama, K.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 9, 176 s.
- Spurr, S.H. (1952). Forest Inventory, The Ronald Press Company, New York, 476 pp.
- Steinlin, H. (1982). Die Waldressourcen der Erde, FAO Forestry Series, Rome 1982, 21-37.
- Sun, D. (1974). Karacım tek ağac hacim bağıntıları üzerine bir inceleme, AOE Dergisi, 21(2), 80-90.
- Sun, D. ve B. Araslı (1976). Stepe geçiş yörelerindeki Sarıçam mescerelerinde biyolojik kütlelerin saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No. 80, 27 s.
- Sun, D. ve E. özer (1980). Kızılcım türüne ait biyolojik kütlelerin saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi No. 104, 32 s
- Suzuki, E. and H. Tagawa (1983). Biomass of a mangrove forest and a sedge marsh on Ishigaki island, south Japan, Jap. J. Ecol., 33, 231-234.
- Takahashi, Y. and S. Sugahara (1969). Preparation of standing tree volume tables for Japanese Cypress in Shinshu Uni. forest in Tera, Bull. Shinshu Uni. Forests No. 6, 29-42.
- Thoma, F. (1956). Massenschätzer für stehendes Holz, Allg. Forstz. 23/24, 307.
- Tillmann, D.A. (1978). Wood as an Energy Resource, Academic Press London, 232 pp.
- Türkiye Orman Envanteri, (1980). Orman Bakanlığı OBM, Sıra No.13, Seri No. 630, 127 s.
- Ueno, Y. and H. Tsunoda (1984). Estimation of stand merchantable volume by the plotless sampling method, Jap. For. Soc. 237-240.
- Ürgenc, S. (1983). Dünya ormancılık günü ve ormanlarımız, Ormancılık Dergisi, Nisan, 8-9.
- Van Hoser, D. and D.C. Chojnacky (1983). Whole tree volume estimates for Rocky Mountain States, Int. For. Res. Exp. Sta. Odgen, Res. Bull. INT-29, 69 pp.
- Vurdu, H. (1979). Tüm ağacın değerlendirilmesini sağlayacak orman Bio-Kitle envanteri, Orman Müh. Dergisi, 6, 25-30.
- Wagner, M. (1982). Ermittlung des Volumens stehender einzelstämme durch Messung von Brusthöhenmesser und Höhe, Diplomarbeit, Freiburg, 94 S.

- Wiedemann, E. (1951). Ertragskundliche und Waldbauliche Grundlage der Forstwissenschaft, J.D. Sauerlander's Verlag, Frankfurt a.
- Wodera, H. (1948). Die Holzmassenermittlung nach Luftbildern, Allg. Forst- u. Holzw. Z., 59, 13-16.
- Yaltırık, F. (1970). Yeni bir Alnus (Kızılağaç) alttürü ve Türkiye'nin Alnus türlerine toplu bakış, Türk Biyoloji Dergisi, 20(1-4), 115-121.
- Yavuz, H. (1988). Hasılet Tablosunun Düzenlenmesinde Normalite Kontrolü ve Bonitetlemenin Bilgisayar Yardımıyla Çözümü, Master Tezi, 76 s.
- Yıldırım, M. (1978). Der Nährstoffexport aus Fichtenreinständen in Abhängigkeit vom Holzernteverfahren, Diss., Forstwiss. Fakultät, Göttingen, 168 S.
- Young, H.E. (1977). Forest Biomass Inventory, Joint Forest Biolog. Wood Chemistry Conference TAPPI Madison, Wisconsin.

Tablo A.1: Kızılağaç Tek Girişli Gövde Hacim Tablosu  
Local Volume Table of Alder

Göğüs çapı Diameter (cm)	Kabuklu gövde hacmi Stem volume (m <sup>3</sup> )	Ø. bark	Göğüs çapı Diameter (cm)	Kabuklu gövde hacmi Stem volume (m <sup>3</sup> )	Ø. bark
7	0.016		39	1.047	
8	0.026		40	1.102	
9	0.038		41	1.159	
10	0.051		42	1.217	
11	0.066		43	1.276	
12	0.082		44	1.337	
13	0.100		45	1.400	
14	0.118		46	1.463	
15	0.139		47	1.528	
16	0.160		48	1.595	
17	0.184		49	1.663	
18	0.208		50	1.732	
19	0.234		51	1.803	
20	0.261		52	1.875	
21	0.290		53	1.949	
22	0.320		54	2.024	
23	0.352		55	2.100	
24	0.385		56	2.178	
25	0.419		57	2.257	
26	0.455		58	2.337	
27	0.492		59	2.419	
28	0.530		60	2.503	
29	0.570		61	2.587	
30	0.612		62	2.674	
31	0.654		63	2.761	
32	0.698		64	2.850	
33	0.744		65	2.940	
34	0.791		66	3.032	
35	0.839		67	3.125	
36	0.889		68	3.220	
37	0.940		69	3.316	
38	0.993		70	3.413	





Tablo A.2: Kızılağac Çift Girişli Gövde Hacım Tablosu  
Standart Volume Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Göğüs çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)				
	7	8	9	10	11	12	13	14
	Kabuklu gövde hacmi (m <sup>3</sup> )			Stem volume outside bark (m <sup>3</sup> )				
7	0.015	0.020	0.025	0.030	0.036	0.043	0.050	0.058
8	0.017	0.022	0.028	0.034	0.041	0.049		
9	0.019	0.025	0.031	0.038	0.046	0.054		
10	0.021	0.027	0.034	0.042	0.051	0.060	0.070	0.081
11	0.023	0.030	0.038	0.046	0.055	0.066	0.076	0.088
12	0.025	0.033	0.041	0.050	0.060	0.071	0.083	0.096
13		0.035	0.044	0.054	0.065	0.077	0.090	0.103
14		0.038	0.047	0.058	0.070	0.082	0.096	0.111
15					0.074	0.088	0.102	0.118
16					0.079	0.093	0.109	0.126
17					0.084	0.099	0.115	0.133
18						0.104	0.122	0.140
19							0.128	0.148
Çap cm Boy m	15	16	17	18	19	20	21	22
10	0.092	0.104	0.117	0.131	0.145	0.160	0.176	0.193
11	0.101	0.114	0.128	0.143	0.159	0.175	0.193	0.211
12	0.109	0.124	0.139	0.155	0.173	0.191	0.209	0.229
13	0.118	0.134	0.150	0.168	0.186	0.205	0.226	0.247
14	0.127	0.143	0.161	0.180	0.200	0.220	0.242	0.265
15	0.135	0.153	0.172	0.192	0.213	0.235	0.258	0.283
16	0.144	0.163	0.183	0.204	0.226	0.250	0.275	0.300
17	0.152	0.172	0.193	0.216	0.240	0.265	0.291	0.318
18	0.160	0.182	0.204	0.228	0.253	0.279	0.307	0.336
19	0.169	0.191	0.215	0.240	0.266	0.294	0.323	0.353
20		0.201	0.226	0.252	0.279	0.309	0.339	0.371
Çap cm Boy m	23	24	25	26	27	28	29	30
12	0.260	0.271	0.293	0.316	0.340	0.365	0.390	0.416
13	0.269	0.292	0.316	0.341	0.367	0.393	0.421	0.449
14	0.289	0.313	0.339	0.366	0.393	0.422	0.451	0.482
15	0.308	0.334	0.362	0.390	0.420	0.450	0.482	0.514
16	0.327	0.355	0.384	0.415	0.446	0.478	0.512	0.546
17	0.347	0.377	0.407	0.439	0.472	0.506	0.542	0.579
18	0.366	0.397	0.430	0.463	0.498	0.535	0.572	0.611
19	0.385	0.418	0.452	0.488	0.524	0.563	0.602	0.643
20	0.404	0.439	0.474	0.512	0.550	0.590	0.632	0.674
21			0.497	0.536	0.576	0.618	0.662	0.706
22						0.646	0.691	0.738

1.92886 0.94382

Not:  $V = 0.4047 \cdot d \cdot h$  hacım denkleminde çap ve boy değerleri metre olarak alınacaktır. Elde edilen hacımlar düzeltme faktörü 1.005689 ile çarpılarak gerçek gövde hacım-

Tablo A.2'nin devamı

Çap cm Boy m	31	32	33	34	35	36	37	38
12	0.444							
13		0.509						
14	0.513	0.546	0.579	0.634	0.648	0.685	0.722	0.760
15		0.582	0.618	0.654	0.692	0.731	0.770	
16	0.582	0.619	0.657	0.696	0.736	0.777	0.819	0.862
17		0.655	0.695	0.737	0.779	0.822	0.867	0.913
18	0.650	0.692	0.734	0.777	0.822	0.868	0.915	0.963
19	0.685	0.728	0.772	0.818	0.865	0.913	0.963	1.014
20	0.719	0.764	0.811	0.859	0.908	0.959	1.011	1.064
21	0.752	0.800	0.849	0.899	0.951	1.004	1.059	1.114
22	0.786	0.836	0.887	0.939	0.993	1.049	1.106	1.164
24		0.907	0.963	1.020	1.079	1.139	1.201	
26					1.163			
30					1.331			
Çap cm Boy m	39	40	41	42	43	44	45	46
14			0.880					
16			0.998					
17		1.008	1.057					
18	1.013	1.064	1.115	1.169	1.223	1.278	1.335	1.393
19	1.066	1.119	1.174	1.230	1.287	1.345	1.405	1.466
20	1.119	1.175	1.232	1.291	1.351	1.412	1.474	1.538
22	1.224	1.285	1.348	1.412	1.478	1.545	1.613	1.683
23							1.682	1.755
24					1.604		1.751	
26		1.505	1.578	1.653	1.730	1.809	1.889	1.970
30		1.722						2.255
Çap cm Boy m	47	48	49	50				
18	1.452	1.512	1.573					
19		1.591						
20			1.738					
22	1.754	1.827		1.977				
23			1.983	2.061				
24		1.983	2.064	2.146				
26		2.139		2.314				
28			2.387					
29				2.566				

Tablo B.1: Kızılağac Gövde Odunu Kuru Ağırlık Tablosu  
Stem Wood Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde Çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)						
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Gövde odunu kuru ağı. (kg)				Stem wood dry-weight (kg)					
8	4.5	7.9	11.7	16.0	20.7					
9	7.5	10.9	14.7	19.0	23.7					
10	10.5	13.9	17.7	22.0	26.7	31.9	37.5	43.6	50.1	
11	13.6	17.0	20.8	25.1	29.8	35.0	40.6	46.7	53.2	
12	16.6	20.0	23.8	28.1	32.8	38.0	43.6	49.7	56.2	
13	19.6	23.0	26.8	31.1	35.8	41.0	46.6	52.7	59.3	
14	22.7	26.1	29.9	34.2	38.9	44.1	49.7	55.8	62.3	
15	25.7	29.1	32.9	37.2	41.9	47.1				
16	28.8	32.1	36.0	40.2	45.0	50.1				
17	31.8	35.2	39.0	43.3	48.0	53.2				
18	34.8	38.2	42.0	46.3	51.0	56.2	61.8	67.9	74.4	
19	37.9	41.2	45.1	49.3	54.1	59.2	64.9	70.9	77.5	
Çap cm Boy m	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8	51.1	38.5	66.4	74.7	83.5					
9	54.1	61.5								
10	57.1	64.5								
11	60.2	67.6								
12	63.2	70.6								
13	66.2	73.6	81.5	89.8	98.6	107.9	117.5			
14	69.3	76.7	84.6	92.9	101.7	110.9	120.6			
15	72.3	79.7	87.6	95.9	104.7	113.9	123.6	133.7		
16	75.3	82.8	90.6	99.0	107.7	117.0	126.6	136.8		
17	78.4	85.8	93.7	102.0	110.8	120.0	129.7	139.8	150.4	
18	81.4	88.8	96.7	105.0	113.8	123.0	132.7			
19	84.4	91.9	99.7	108.1	116.8	126.1	135.7			
20	87.5	94.9	102.8	111.1	119.9	129.1	138.6			
21	90.5	97.9	105.8	114.1	122.9	132.1	141.8	151.9	162.5	

Tablo B.2: Kızılağaç Gövde Kabuğu Kuru Ağırlık Tablosu  
Stem Bark Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde çapı (cm)					Diameter at breast height (cm)				
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Gövde kabuğu kuru ağı. (kg)					Stem bark dry-weight (kg)				
8	3.4	3.7	4.0	4.4	4.8					
9	3.5	3.8	4.1	4.5	4.9					
10	3.6	3.9	4.2	4.6	5.0	5.5	6.0	6.5	7.1	
11	3.7	4.0	4.4	4.7	5.2	5.6	6.1	6.7	7.2	
12	3.8	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.2	6.8	7.4	
13	4.0	4.3	4.6	5.0	5.4	5.9	6.4	6.9	7.5	
14	4.1	4.4	4.7	5.1	5.5	6.0	6.5	7.0	7.6	
15	4.2	4.5	4.8	5.2	5.6	6.1				
16	4.3	4.6	5.0	5.3	5.8	6.2				
17	4.4	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3				
18	4.6	4.9	5.2	5.6	6.0	6.5	7.0	7.5	8.1	
19	4.7	5.0	5.3	5.7	6.1	6.6	7.1	7.6	8.2	
Çap cm Boy m	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8	7.5	8.2	8.9	9.6	10.4					
9	7.6	8.3								
10	7.7	8.4								
11	7.9	8.5								
12	8.0	8.6								
13	8.1	8.8	9.5	10.2	11.0	11.8	12.7			
14	8.2	8.9	9.6	10.3	11.1	11.9	12.8			
15	8.3	9.0	9.7	10.4	11.2	12.0	12.9	13.8		
16	8.5	9.1	9.8	10.6	11.3	12.2	13.0	13.9		
17	8.6	9.2	9.9	10.7	11.5	12.3	13.1	14.0	15.0	
18	8.7	9.4	10.1	10.8	11.6	12.4	13.3			
19	8.8	9.5	10.2	10.9	11.7	12.5	13.4			
20	8.9	9.6	10.3	11.0	11.8	12.6	13.5			
21	9.0	9.7	10.4	11.1	11.9	12.7	13.6	14.5	15.4	

Tablo B.3: Kızılağac Yasayan Dallar Kuru Ağırlık Tablosu  
Live Branches Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)					
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Yasayan dallar kuru ağı. (kg)					Live branches dry-weight			
8	2.3	2.4	2.6	2.8	3.1				
9	2.4	2.6	2.7	3.0	3.2				
10	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.6	3.9	4.1	4.5
11	2.7	2.8	3.0	3.2	3.5	3.7	4.0	4.3	4.6
12	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	4.4	4.7
13	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9
14	3.1	3.2	3.4	3.6	3.9	4.1	4.4	4.7	5.0
15	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.3			
16	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.4			
17	3.5	3.6	3.8	4.0	4.3	4.5			
18	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.7	4.9	5.2	5.5
19	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
Çap cm Boy m	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1				
9	4.7	5.0							
10	4.8	5.2							
11	4.9	5.3							
12	5.1	5.4							
13	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.7		
14	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.4	7.9		
15	5.5	5.8	6.2	6.6	7.1	7.5	8.0	8.5	
16	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.7	8.1	8.6	
17	5.8	6.1	6.5	6.9	7.3	7.8	8.3	8.8	9.3
18	5.9	6.3	6.6	7.0	7.5	7.9	8.4		
19	6.0	6.4	6.8	7.2	7.6	8.1	8.5		
20	6.2	6.5	6.9	7.3	7.7	8.2	8.7		
21	6.3	6.7	7.0	7.4	7.9	8.3	8.8	9.3	9.8



Tablo B.4: Kızılağaç Dalcık ve Yapraklar Kuru Ağırlık Tablosu  
Twigs and Leaves Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)					
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Dalcık ve yap.kuru ağı. (kg) Twigs and leaves dry-weight								
8	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8				
9	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8				
10	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.3
11	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
12	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
13	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1
14	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0
15	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6			
16	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5			
17	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5			
18	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8
19	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8
Çap cm Boy m	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8	2.5	2.7	2.9	3.0	3.2				
9	2.5	2.6							
10	2.4	2.6							
11	2.4	2.5							
12	2.3	2.5							
13	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4		
14	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3		
15	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	
16	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	
17	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6
18	2.0	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1		
19	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6	2.8	3.1		
20	1.9	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0		
21	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5	2.7	3.0	3.2	3.4

Tablo B.5: Kızılağac Tüm Ağac Kuru Ağırlık Tablosu  
Whole Tree Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)						
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Tüm ağac kuru ağı. (kg)					Whole tree dry-weight (kg)				
8	11.6	15.5	19.9	24.9	30.4					
9	14.8	18.7	23.2	28.1	33.6					
10	18.1	22.0	26.4	31.4	36.8	42.8	49.4	56.4	64.0	
11	21.3	25.2	29.6	34.6	40.1	46.1	52.6	59.7	67.2	
12	24.5	28.4	32.9	37.8	43.3	49.3	55.8	62.9	70.5	
13	27.8	31.7	36.1	41.1	46.5	52.5	59.1	66.1	73.7	
14	31.0	34.9	39.3	44.3	49.8	55.8	62.3	69.4	76.9	
15	34.2	38.1	42.6	47.5	53.0	59.0				
16	37.5	41.4	45.8	50.8	56.2	62.3				
17	40.7	44.6	49.0	54.0	59.5	65.5				
18	43.9	47.8	52.3	57.2	62.7	68.7	75.2	82.3	89.9	
19	47.2	51.1	55.5	60.5	66.0	72.0	78.5	85.5	93.1	
Çap cm Boy m	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8	65.6	74.2	83.4	93.0	103.2					
9	68.8	77.5								
10	72.1	80.7								
11	75.3	83.9								
12	78.5	87.2								
13	81.8	90.4	99.5	109.2	119.4	130.1	141.3			
14	85.0	93.6	102.8	112.4	122.6	133.3	144.5			
15	88.2	96.9	106.0	115.7	125.8	136.5	147.8	159.5		
16	91.5	100.1	109.2	118.9	129.1	139.8	151.0	162.7		
17	94.7	103.3	112.5	122.1	132.3	143.0	154.2	166.0	178.0	
18	98.0	106.6	115.7	125.4	135.5	146.2	157.5			
19	101.2	109.8	118.9	128.6	138.8	149.5	160.7			
20	104.4	113.0	122.2	131.8	142.0	152.7	163.9			
21	107.7	116.3	125.4	135.1	145.2	155.9	167.2	178.9	191.2	





Tablo B.5: Kızılağac Tüm Ağac Kuru Ağırlık Tablosu  
Whole Tree Dry-Weight Table of Alder

Ağac boyu Tree height m	Gövde çapı (cm)			Diameter at breast height (cm)				
	25	26	27	28	29	30	31	32
	Tüm ağac kuru ağı. (kg)			Whole tree dry-weight (kg)				
14	181.3	194.6	208.5	222.8	237.7	253.1		
15	184.6	197.9	211.7	226.1	240.9	256.3		
16	187.8	201.1	214.9	229.3	244.2	259.6		
17	191.0	204.3	218.2	232.5	247.4	262.8		
18	194.3	207.6	221.4	235.8	250.6	266.0		
19	197.5	210.8	224.6	239.0	253.9			
20	200.7	214.0	227.9	242.2	257.1			
23								314.6
24								317.8

Tablo B.6: Kızılağac saf ve karışık mescereleri alanlarının dağılımı  
The distribution of pure and mixed forest areas of Alder

Orman Bölge Müdürlüğü Forest Administration	Saf Kızılağac ormanı Pure Alder forest area			Karışık Kızılağac ormanı Mixed Alder forest area		
	TA ha	GA ha	Kz %	TA ha	GA ha	Kz %
TRABZON	15557	14420	92.7	87092	36260	41.6
ARTVİN	6229	6070	97.4	19050	7308	19.1
ĞİRESUN	25659	23367	91.1	46261	20126	43.5
Toplam	47445	43857		152403	63694	







Tablo.B.7 ;

ÇALIŞMA No : TARİH - DATE : FORTRAN KODLAMA FORMU No:3  
STUDY No. : AD - NAME : FORTRAN CODING FORM No.3

ARAZİ VERİLERİ: 2 m SEKSIYON-ÇAP ÖLÇÜMLERİ - FIELD DATA: 2 m SECTION-DIAMETER MEASUREMENTS (1)																							
Alan No	Ağaç Tür kodu	2 m lık sek sa, Num, 2 m sec.	2m	4m	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m	24m	26m	28m	30m	32m	34m	36m	38m	40m	Referans No
			cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	76-31133
																							30

(1) Yalnız 5,1 cm'den büyük ya da eşit ağaçlar için,  
(1) For trees larger than or equal to 5.1 cm dbhob only.



Tablo B, 7 :

ÇALIŞMA NO : TARİH -- DATE : FORTRAN KODLAMA FORMU No:5  
 STUDY No. : AD -- NAME : FORTRAN CODING FORM No.5

ARAZİ VERİLERİ: YAŞ-KÜTLE ÖLÇÜMLERİ -- FIELD DATA: GREEN-MASS MEASUREMENTS													
Alan No	Ağaç No	Tür kodu	İnce dal. ve yap.	Canlı büyük dal. (1.)	Canlı küçük dal. (1.)	Ölü dal. (1.)	Yeni koz. New con.	Eski koz. Old cones	Gövde seksiyonları - stem sections(1.)				Kart No-Card No
									Alt 1/3(2)	Orta	Üst 1/3	Tepe	
Plot No	Tree No	Spe. code	Twi. and lea. kg	Large live bran. kg	Small live bran. kg	Dead bra. kg	New con. kg	Old cones kg	lower 1/3 kg	middle kg	upper 1/3 kg	top kg	
													187330
													50

(1) Kabuk dahil.

(1.) Including bark,

(2) Kerestelik gövde yoksa ağacın tüm gövdesinin toplam kütlesi.  
ya da ağaç ölü ise tüm ağacın toplam kütlesi

(2) Total mass for the whole stem of the tree(less stump)if there is no merchantable bole, or total mass for the whole tree if the tree is dead.





Tablo B, 7 :

ÇALIŞMA No : TARİH -- DATE : FORTRAN KODLAMA FORMU No:7

STUDY No. : AD --NAME : FORTRAN CODING FORM No.7

LAB. VERİLERİ; ÖRNEKLERDE CÖVDE KESİTLERİ ÖLÇÜMLERİ -- LAB DATA: STEM-DISK MEASUREMENTS ON SAMPLES													
Alan No	Ağaç No	Tür kodu	Gövde kesiti sayısl.	Odun Wood		Kabuk Bark	Kama kesit Wedgewood		Yıllık halka sayısl.	Ort. d. kbl (1) Avg. dob	çkk (2) dbt	10 yıllık halka geniş. Width of 10 annual rings	Kart No-Card No
				YAKA GMOM	g g		Hacım KA Volume OM	cm <sup>3</sup> g					
				YAKA GMOM	g g	YAKA GMOM	g g						56.....11 71 30
													7

- (1) Göğüs yüksekliğindeki ve kerestelik boydaki d<sub>kbl</sub> benzer olduğu için birinci ve dördüncü kesitin kabuklu çapları
- (1) Diameters outside bark of the first and fourth disks are the same as the dob at breast height and at merchantable height, respectively.
- (2) Göğüs yüksekliğindeki ve kerestelik boydaki çkk benzer olduğu için birinci ve dördüncü kesitin çift kabuk kalınlığı benzerdir.
- (2) Double-bark thickness of the first and the fourth disks are the same as the dbt at breast height and at merchantable height, respectively.



## Ö Z G E C M İ S

18.10.1951 tarihinde Beykoz / İstanbul'da doğdu. 1970 yılında Trabzon Lisesi'nden mezun oldu. 1971 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesine girdi. 1974 yılında I.A.E.S.T.E. Yurt Dışı Staj Bursu ile İrlanda'da 2 ay Ormancılık Stajı yaptı. 1975 Temmuz döneminde fakülte ikincisi olarak Or.Yük.Müh. ünvanı ile mezun oldu.

1976 yılında M.E.B.'nin Yurt Dışı Bilimsel Arastırma Bursu ile Almanya'ya gitti. Schwabisch-Hall ve Freiburg Goethe Enstitülerinde 8 ay Almanca dil kurslarına katıldı. 1978 yılına kadar Freiburg Orman Fakültesi'nde Prof.Dr.H.Schmidt-Vogt'un yanında bilimsel araştırmalar yaptı.

18 aylık askerlik görevini K.K.K. Yayın ve Tercüme Dairesinde Almanca Mütercim olarak tamamladı. 1978-1981 yılları arasında O.G.M. Milli Parklar ve Avcılık Genel Müdürlüğü'nde çalıştı.

25.5.1981 tarihinde K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı'na Asistan olarak girdi. 1982 yılında D.A.A.D.'nin 8 aylık Bilimsel Arastırma Bursu ile Freiburg Orman Fakültesinde Prof.Dr.D.R.Pelz'in yanında doktora konusu ile ilgili araştırmalar yaptı. 5-16 Mayıs 1986 tarihleri arasında D.A.A.D. ve D.S.E nin davetlisi olarak Feldafing / Münih'te düzenlenen Ormancılık Semineri'ne katıldı.

Evli ve bir kızı var.

T. C.  
Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi