

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MUĞLA YÖRESİ KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)  
MEŞCERELERİNDE BAZI AĞAÇ ŞEKİL KATSAYILARININ  
GÖĞÜS ÇAPI VE BOYA GÖRE GELİŞİMLERİ VE  
KARŞILAŞTIRILMALARI**

**Celalettin SARIKAYA**

**Danışman: Yrd.Doç.Dr.Yılmaz ÇATAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA – 2012**

## TEZ ONAYI

Celalettin SARIKAYA tarafından hazırlanan “Muğla Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Bazı Ağaç Şekil Katsayılarının Göğüs Çapı Ve Boya Göre Gelişimleri Ve Karşılaştırılmaları” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd.Doç.Dr.Yılmaz ÇATAL (İmza)  
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri : (İmza)  
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri : (İmza)  
Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

**Prof.Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN**  
**Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Kızılçam türüne ait genel bilgiler.....	15
3.1.1.1. Botanik özellikleri ve doğal yayılışı.....	15
3.1.1.2. Ekolojik özellikleri.....	17
3.1.1.3. Silvikültürel özellikleri.....	17
3.1.1.4. Teknolojik özellikleri ve odunun kullanım yerleri.....	19
3.1.2. Çalışma alanına ait bilgiler.....	19
3.1.3. Örnek ağaçlarda aranan ortak özellikler ve yer seçimi.....	22
3.1.4. Göğüs yüksekliği çaplarının ölçülmesi.....	22
3.1.5. Ağaç boyunun ölçülmesi.....	22
3.1.6. Ağaç yaşının ölçülmesi.....	23
3.1.7. Hacimlerin belirlenmesi.....	23
3.1.8. Diğer ölçüm ve tespitler.....	23
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Gövde şekil katsayısı.....	24
3.2.1.1. Göğüs boyu şekil katsayısı.....	25
3.2.1.2. Yapay şekil katsayısı.....	27
3.2.1.3. Doğal şekil katsayısı.....	28
3.2.1.4. Mutlak şekil katsayısı.....	29
3.2.1.5. Hohenadl'in şekil katsayısı.....	29
3.2.3. İstatistik Analiz ve Değerlendirme.....	29

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Göğüs Çapı-Boy İlişkisi.....	31
4.2. Göğüs Boyu Şekil Katsayısı Model Seçimi .....	34
4.3. Çap ve Boya Göre Gövde Şekil Katsayısı Tablosu.....	39
4.3.1.Çap basamaklarında, boy değişimine bağlı olarak gövde şekil katsayısının değişimi.....	44
4.3.2.Boy basamaklarında, çap değişimine bağlı olarak gövde şekil katsayısının değişimi.....	45
4.4. Tüm Örnek Ağaçlarda Şekil Katsayılarının Karşılaştırılması .....	45
4.5.Örnek Ağaçlarda Değişik Çap ve Boy Basamaklarında Şekil Katsayılarının Karşılaştırılması .....	48
4.5.1. Değişik çap basamaklarında şekil katsayılarının karşılaştırılması.....	48
4.5.2. Değişik boy basamaklarında şekil katsayılarının karşılaştırılması.....	51
4.5.3.Değişik çap basamaklarında şekil katsayılarına ait hacimlerin karşılaştırılması .....	54
4.5.4.Değişik boy basamaklarında şekil katsayılarına ait hacimlerin karşılaştırılması .....	58
4.6. Bulguların Bazı Ağaç Türleri ile Karşılaştırılması.....	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
6. KAYNAKLAR.....	66
EKLER.....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	82

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### MUĞLA YÖRESİ KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE BAZI AĞAÇ ŞEKİL KATSAYILARININ GÖĞÜS ÇAPI VE BOYA GÖRE GELİŞİMLERİ VE KARŞILAŞTIRILMALARI

Celalettin SARIKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Yılmaz ÇATAL

Kızılçam verimlilik ve doğal yayılışı bakımından ülkemizin önemli bir ağaç türüdür. Bu çalışma, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde dört işletme şefliğinden örnekler eşit olmayan şekilde seçilen 127 adet kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağacının verilerinden yararlanılarak literatürde önem arz eden bazı ağaç şekil katsayılarının (gerçek, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl) göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmaları yapılmıştır. Ağaç kesilmeden önce göğüs yüksekliğinde (1.30 m) çap ölçülmüştür. Ağaç kesildikten sonra, boyu, göğüs yüksekliğinden daha yukarıdaki yüksekliklerdeki çapları; 1m aralıklar ve belirli yüksekliklerdeki (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5..... $d_n$ ) çapları ölçülmüştür. Her ağacın hacmi bölümlenme yöntemi ile bulunmuştur. Daha sonra Göğüs Boyu Şekil Katsayısı, Yapay Şekil Katsayısı, Doğal Şekil Katsayısı, Mutlak Şekil Katsayısı ve Hohenadl'in Şekil Katsayısı hesaplanmıştır. Göğüs boyu şekil katsayısı diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir. İlk önce şekil katsayıları bütün olarak ve daha sonra sadece belirli göğüs çapı (20, 40, 60 cm) ve boy basamaklarında (10, 20, 30 m) karşılaştırmalar hem grafik hem de istatistik analizlerle ortaya koyulmuştur. Böylelikle, ağaç şekil katsayılarının en uygun olanı veya olanları belirlenmesiyle, tek ağaç hacminin az masraf, kolay ve kısa zaman içerisinde gerçeğe daha yakın kestirilebilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca çalışmada çap ve boya bağlı olarak göğüs boyu şekil katsayısı veren çift girişli bir tablo da oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda yöre için kızılçam ağaçlarında göğüs boyu şekil katsayısı ve şekil katsayısı hacmi yerine doğal ve Hohenadl şekil katsayısı ve hacmi kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şekil katsayısı, kızılçam, t-testi, gövde hacmi

2012, 82 sayfa

## ABSTRACT

M.Sc. Thesis

### DEVELOPMENTS AND COMPARISONS OF SOME TREE STEM FORM COEFFICIENTS ACCORDING TO DIAMETER AT BREAST HEIGHT AND HEIGHT ON BRUTIAN PINE (*Pinus brutia* Ten.)

Celalettin SARIKAYA

Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Forest Engineering

Supervisor: Asst.Prof.Dr.Yılmaz CATAL

Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) is highly important species for Turkey forestry, both in terms of the extent of its natural and artificial areas in Turkey and because of its productive, ecological and functions. Aim of this study determine according to diameter and height the best form factor formula for brutian pine stands in Muğla Forest Region, a number of 127 trees were selected. First, several quantitative factors including diameter at breast height and diameter at stump were measured using a diameter tape, just before the trees being felled. After cutting the trees, the heights and diameter from breast height up to the height where diameter is it was measured in a one meter interval. Finally, diameter at 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 meter of the total height was measured respectively. As a consequent, each tree's volume was precisely calculated as the real volume. Next, the breast height form factor was calculated and its average was statistically compared to the averages of natural ( $f_{0.1}$ ), artificial ( $f_{0.5}$ ), absolute ( $f_0$ ) and Hohenadl's ( $f_h$ ) form factors using pair sample t-test. Results showed that there is significant difference between the averages of natural, artificial, absolute and Hohenadl's form factors ( $\alpha = 0.01$ ). Furthermore, the averages of absolute and artificial form factors were not significantly different with breast height (20, 40 and 60 cm) and height (10, 20 and 30 m) classes. Hence, natural and Hohenadl's form factors are capable to replace the real form factor of brutian pine over the study area. As a result of this study it is determined can be used natural ( $f_{0.1}$ ) and Hohenadl's ( $f_h$ ) form factors and volume instead of breast height form factor in brutian pine trees for this region.

**Keywords:** Form factors, brutian pine, t-test, stem volume.

2012, 82 pages

## TEŞEKKÜR

Kızılçam(*Pinus brutia* Ten.) için bazı ağaç şekil katsayılarının göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmalarının ortaya konulduğu bu çalışma, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans dersleri ve tez çalışmamın her aşamasında yardımcı olan, bana yol gösteren, çalışmamın başından sonuna kadar her aşamasında katkısını gördüğüm Sayın Hocam Yrd.Doç. Dr. Yılmaz ÇATAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bana bu konuda çalışma imkanını sunan ve destekleyen Prof.Dr.Serdar CARUS'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak bana destek olan, sabır gösteren eşimede sonsuz minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Celalettin SARIKAYA  
ISPARTA, 2012

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Örnek ağaçlarının çap basamaklarına dağılımı.....	21
Şekil 3.2 Örnek ağaçlarının boy basamaklarına dağılımı.....	21
Şekil 3.3. Bölümleme yöntemi için bağıl boylara göre çap ölçüm yerleri .....	29
Şekil 4.1. Örnek ağaçlarda göğüs çapı boy ilişkisi.....	32
Şekil 4.2. Örnek ağaçlarda göğüs çapı boy ilişkisi.....	34
Şekil 4.3. Göğüs boyu şekil katsayısının çapa göre değişimi.....	35
Şekil 4.4. Şekil katsayısının çap basamaklarına dağılımı.....	44
Şekil 4.5. Şekil katsayılarının boy basamaklarına dağılımı.....	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımı.....	20
Çizelge 3.2. Çap analizi yapılan örnek ağaçlara ait bazı istatistikler.....	22
Çizelge 4.1. Örnek ağaçların çap-boy ilişkisine regresyon analizi sonuçları...	33
Çizelge 4.2. Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılan modellerin çoğul regresyon analizi sonuçları.....	38
Çizelge 4.3. Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılabilir 4.13 nolu modele göre çift girişli tablo.....	40
Çizelge 4.4. Şekil katsayısı gruplarına ait bazı istatistikler .....	46
Çizelge 4.5. Şekil katsayısı grupları arasında yapılan eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.6. Şekil katsayısı gruplarında hesaplanan hacimlerine ait bazı istatistikler.....	47
Çizelge 4.7. Şekil katsayıları gruplarında arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.8. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=20 cm) ait bazı istatistikler.....	49
Çizelge 4.9. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=40 cm) ait bazı istatistikler.....	49
Çizelge 4.10. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=60 cm) ait bazı istatistikler.....	50
Çizelge 4.11. Şekil katsayısı grupları (d=20 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.12. Şekil katsayısı grupları (d=40 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.13. Şekil katsayısı grupları (d=60 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	51
Çizelge 4.14. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (h=10 m) ait bazı istatistikler.....	52
Çizelge 4.15. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (h=20 m) ait bazı istatistikler.....	52

Çizelge 4.16. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (h=30 m) ait bazı istatistikler.....	53
Çizelge 4.17. Şekil katsayısı grupları (h=10 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	53
Çizelge 4.18. Şekil katsayısı grupları (h=20 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları .....	54
Çizelge 4.19. Şekil katsayısı grupları (h=30 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.20. Şekil katsayısı gruplarında (d=10 cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	55
Çizelge 4.21. Şekil katsayısı gruplarında (d=20 cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	55
Çizelge 4.22. Şekil katsayısı gruplarında (d=30 cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	56
Çizelge 4.23. Şekil katsayısı gruplarında (d=20 cm) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.24. Şekil katsayıları gruplarında (d=40 cm) hesaplanan ağaç hacimleri arasında eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.25. Şekil katsayıları gruplarında (d=60 cm) hesaplanan ağaç hacimleri yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.26. Şekil katsayısı gruplarında (h=10 m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	58
Çizelge 4.27. Şekil katsayısı gruplarında (h=20 m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	59
Çizelge 4.28. Şekil katsayısı gruplarında (h=30 m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler.....	59
Çizelge 4.29. Şekil katsayıları gruplarında (h=10 m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.30. Şekil katsayıları gruplarında (h=20 m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	60

Çizelge 4.31. Şekil katsayıları gruplarında ( $h=30$ m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	61
Çizelge 4.32. Şekil katsayıları ve şekil katsayısı hacim grupları arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları.....	63

## 1.GİRİŞ

Sürdürülebilir ormancılık çerçevesinde orman ürünlerinin üretim kalitesini ve satış çıtasını yükseltmek isteyen Türkiye Orman Genel Müdürlüğü, odun ve odun dışı orman ürünlerinin ormanın biyolojik çeşitliliğine verimliliğine ve ekolojik süreçlerine zarar vermeden, yerel halkın ve toplumun uzun vadede orman ve orman ürünlerinden fayda sağlayacağı, ancak bu kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen uzun dönemli yönetim planlarına da katılımda bulunacağı sistemlerin kurulması, ormanlara yönelik her türlü müdahalenin içinde bulunduğu ekosistemi ve toplumun dengesini bozmayacak derecede kar amacı güdümlü olarak yapılması, Türkiye’de monopol durumda olmasına rağmen Orman İdare Konseyi (FSC-Forest Steapward Council) kriterlerini yerine getirip bu belgesine sahip olmak için Orman Genel Müdürlüğü, dünyadaki tüm ormanların en uygun şekilde yönetilmesini ve bu uygulamaların uluslararası anlamda yaygınlaşmasını amaçlayan bir paydaşlar sistemi olan FSC’yi almak için çalışmalar başlatmıştır.

FSC, tropikal ormanlar üzerindeki olumsuz gelişmelere tepki olarak yapılan boykotlara bir alternatif olarak ortaya konulmuştur”. Sonuç olarak Bolu- Aladağ Orman İşletme Şefliği, Kastamonu-Daday Orman İşletme Müdürlüğü FSC kriterlerini yerine getirerek FSC belgelerini almışlardır. Mayıs 2012 itibariyle Muğla Orman Bölge Müdürlüğü FSC belgesi almak için başvurusunu yapmış ve ürünlerinde FSC logosunu kullanmaya hak kazanmıştır (Anonim, 2012).

Türkiye’deki hızlı nüfus artışı, orman ürün ve hizmetlerine olan talebi de her geçen gün artırmaktadır. Buna ek olarak yaşanan ekonomik, sosyal ve kültürel değişimler, orman hizmetlerinin de çeşitlenmesine neden olmaktadır. Ülke ormancılığı nicel olarak artan, nitel olarak da çeşitlenen bu talebi, orman varlığının devamlılığını koruyarak, sürekli olarak karşılamak sorunu ile karşı karşıyadır (Anonim, 2009).

Ulusal Ormancılık Programında yer alan ormancılığımızın temel amacı “Ülkemiz orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ile toplum refahına ve ülkenin

sürdürülebilir kalkınmasına uygun değer katkıların sağlanması” şeklinde belirlenmiştir (Anonim, 2008).

Orman işletmeciliğinde işletmenin ne kadarlık servete sahip olduğunu bilmek son derece önemlidir. Bu servetin çok büyük miktarını ağaç servetinin oluşturmasından dolayı miktarının belirlenmesi gerekir. Bu da ancak işletmenin sahip olduğu ağaç türü için hacim tablosunun düzenlenmiş olması ile mümkündür. Ülkemizde ormanlar orman amenajman planlarına göre işletilmekte olup, bu planların yapılması meşcere hacminin bilinmesine bağlıdır. Meşcere hacminin belirlenmesi için çeşitli yöntemler önerilmektedir (Fırat, 1973; Loetsch et al., 1973; Kalıpsız, 1984). Bu yöntemlerde en çok tercih edilen “ağaç hacim tabloları” yöntemleridir (Kalıpsız, 1984).

Ağaçlarda büyüme ve gelişme iki yöndedir. Vejetasyon dönemi içerisinde bitkinin eksenlere dik yönde olan gelişmeye çap artımı, ekseni ve eksenleri yönüne olan gelişmeye de boy artımı denir. Çap artım ve büyümesi; gövde, dal ve köklerde ksilem ile floem arasında yer almış olan vasküler kambiyum hücrelerinin vejetasyon dönemi boyunca periklinal (tangensiyal) bölünmeleri ile çoğalarak içe doğru ksilemi, dışa doğru floemi meydana getirmesiyle ortaya çıkmaktadır (Kalıpsız, 1982). Boy artımı, bitkilerin uç kısımlarında veya uca yakın kısımlarında bulunan vejetasyon noktalarındaki embriyonal hücrelerin faaliyetiyle gerçekleşir.

Bitkilerde vejetasyon dönemi içerisindeki belirli dönemlerin tarihleri itibariyle tespit edilmesi fenolojik gözlemler yardımıyla mümkün olmaktadır (Kayacık, 1957). Fenolojik gözlemler ile orman ağaçlarında ekim, çimlenme, tomurcuk patlama, çiçek açma, çap ve boy artım miktarı ve devam süresi, tohum olgunlaşma, yaprakların sararıp dokülmesi vb. olayların meydana geliş zamanları hakkında bilgi toplanabilmektedir. Bu bilgilerle de hasılat, silvikültür, botanik, ekoloji ve entomoloji vb. çeşitli ormancılık bilim dallarında yararlanılmaktadır. Ağaçlarda, vejetasyon dönemi başlangıcında düşük sıcaklığın etkisiyle yavaş bir büyüme görülmekte, zamanın ilerlemesiyle de çevre koşullarının uygun hale gelmesiyle fotosentez aktivitesindeki artışı sonucunda da hızlı bir gelişme olmaktadır. İlerleyen dönemde ise sıcaklığın artması ile büyümenin yavaşlaması ve hatta durması görülebilmektedir (Fırat ve Günel, 1973; Kalıpsız, 1982). Ağaçlarda uç tomurcuğun

ve kambiyum tabakasının yılın vejetasyon evresinde faaliyete geçmesiyle yıllık çap ve boy artımları meydana gelmektedir. Göğüs çapının kalınlaşması ile birlikte gövde kabuğunun kalınlığı da artmaktadır (Fırat, 1972; Kalıpsız, 1988).

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) bilindiği gibi Türkiye’de en geniş yayılış alanına (4.2 milyon ha) sahip ağaç türüdür. Ülke ormanlarının toplam etasının %29’u kızılçam ormanlarından sağlanmaktadır (Konukçu, 2001). Ancak kızılçamı Türkiye ormancılığı bakımından önemli kılan tek unsur bu değildir. Bu tür, ülkenin Akdeniz iklimi etkisinde kalan bölgelerinde, deniz seviyesinden başlayan belirli bir yükselti kuşağının yegane hakim ve tipik ağaç türüdür. Bu iklimin en belirgin özelliklerinden bir tanesi şiddetli yaz kuraklığıdır. Kızılçam bu tip kuraklığa uyum sağlamış bir türdür. Buna ek olarak bu koşullarda hızlı büyüebilmektedir. Kızılçamın silvikültürel müdahale görmüş iyi bonitetli doğal ormanlarında ve ağaçlandırma alanlarında, hızlı büyüyen tür kriterlerini gerçekleştirdiği ortaya konmuştur (Usta 1991; Erkan 1996).

Orman Amenajman planlarında, ne zaman, nerede ne yapılacağı belirlenirken, yapılacak uygulamalar sonucu, kesilen ağaçlardan ne miktar odun ürünü alınacağını da gösterilir. Bu nedenle ağacın hacminin belirlenmesi, meşcereden elde edilecek odunun miktarının belirlenmesi, envanter, satış ve diğer yönlerden (hasılat, amenajman, silvikültür, koruma vb.) önem kazanır (Akgür, 1964; Eler, 2003). Ormancılıkta daha güç olan ve özellikler gösteren kısım, ağacın hacminin bulunmasıdır. Ağaç kesilmeden, dikili durumda iken, bunun hacmi belirlenmektedir. Meşcerenin hacminin bulunmasında da, yine tek ağaçların hacimleri toplamından gidilmektedir. Ancak, ağacın hacmi için gerekli olan göğüs çapı ile boy kolaylıkla bulunurken ağacın şeklini sayısal olarak belirlemek oldukça zordur. Hacim belirlemede kullanılan temel formülde ( $v=g.h.f$ ) göğüs boyu şekil katsayısının belirlenmesi için gerekli olan ağaç hacminin belirlenmesi için ağaç kesilmekte ve bölümlere (1 veya 2 m vb.) ayrılarak hacmi hesaplanmaktadır. Bu oldukça masraflı ve zaman alıcıdır. Bu nedenle, araştırmacılar bu yöneme alternatif olabilecek çok çeşitli ağaç şekil katsayılarını veren formüller geliştirilmiştir (Kalıpsız, 1984).

Gövde, biyolojik olarak; ağacın yapraklarını ışığa yükseltmek, tepeyi (dal ve yaprakları) taşımak ve köklerle alınan suyu yapraklara ulaştırmakla görevlidir. Fizyolojik olarak her ağaç bulunduğu koşullar altında bu işlemi tam olarak yerine getirecek biçimde kendine özel bir gövde oluşturmaktadır. Gerçekten, ağaçlar yapraklarını ışığa yükseltmek ve çoğaltmak için her yıl boy ve dal sürgünleri vererek, uzayıp genişlemektedir. Artan dal ve yaprak yükünü taşıyabilmek için de, kambiyum faaliyeti ile yeni hücreler yaparak, gövdesini kalınlaştırmaktadır. Yaşlı olan dip kısım uzun süre enine büyüebildiği için, daha kalın olmakta ve gövde uca doğru giderek incelmektedir. Keza her yıl vejetasyon döneminde yinelenen enine büyüme, gövdenin dip kısmında daha sonra başlamaktadır. Bu yüzden, gövdenin dip kısmında daha yoğun olan yaz odununun payı yüksek bulunmaktadır. Böylece, gövdenin dip kısmı daha yakın ve ağır olduğu için, ağaç ayakta durabilmektedir (Kalıpsız, 1982 ve 1984).

Büyük ve ağır bir gövdeyi taşıyabilmek için, dip kısmı daha kalın ve ağır, yukarı kısmı daha ince ve hafif bir gövdeye ihtiyaç duyulacaktır. Gerçekten, açıkta büyüyen ya da sonradan açıkta kalan ağaçlarda yıllık halka kalınlığı gövde boyunca ve özellikle dip kısmında daha geniş oluşmaktadır. Böylece, açıkta büyüyen ağaçlar, dip kısmı çok kalın ve uca doğru giderek incelen “cılız gövde” oluşturmaktadır. Meşcere içerisindeki ağaçlar ise, dipten doruğa daha yavaş incelen bir “dolgun gövde” yapmaktadır (Kalıpsız, 1984).

Ayrıca, yıllık halka sayısı gövdenin üst kısımlarına doğru azalır. Buna karşılık halka genişliği artar. Çap artımının gövdenin her yerinde aynı olmaması sonucu, gövde dolgunluğu meydana gelmektedir.

Gövde yapısı, ağaç türüne, yaşına ve boyuna göre de değişmektedir. Genetik özelliğe ve ortam koşullarına bağlı olarak bazı ağaçlar çatal gövde yapmakta, eğri büyümekte, dip kısmı pala veya at ayağı biçiminde oluşmaktadır. Keza, gövde boyunca çap düşüşü sürekli olmayıp, dal çıkışı-çatal oluşumu-gövde kesitindeki farklılaşma yüzünden, yer yer kesilmektedir. Buna karşın, yine de çoğu gövdelerde dip kısım

nayloit, ortası silindir veya paraboloid, uç tarafı da koni görünümündedir (Fırat, 1972).

Gövde kesiti de; ağacın tepe ve köklerinin asimetrik gelişmesi, rüzgâr etkisi veya eğimli arazide büyümesi, sürgünden yetişmesi gibi nedenlerle, geometrik şekillere tam olarak uymamakta ve gövdelerin biri diğerine benzememektedir. Buna karşın, enine kesiti genellikle yuvarlak olup, kalınlığı dipten doruğa giderek azalmaktadır. Bu özelliğinden yararlanarak, gövde biçimini sayısal olarak tanımlamak, bu suretle ara noktalarını tahmin olanağı sağlamak ve hacmin tayininde yararlanmak istenmektedir (Miraboğlu, 1955; Kalıpsız, 1984; Saraçoğlu, 1988; Eler, 2003).

Gövde şekli için artım ve büyüme söz konusu değildir. Ağacın şeklinin kısa periyotlarda değişmeyeceği kabul edilir. Ancak, yaşamı boyunca, ağacın şekli aynı kalmaz, ağaç türü için, bulunduğu yerin bonitetine ve büyüme alanına bağlı olarak, uzun yıllar içerisinde bir gövde şekli meydana getirir. Uygulanan işlemin kısa sürede bu gövde şekline önemli bir etkisi olmaz. Ağacın hacmi bulunurken, çap, boy ve şekil katsayısı kullanılır. Çap ve boy ölçülür. Şekil katsayısı olarak, uygulamada Göğüs boyu şekil katsayısı kullanılır. Fakat ağacın formu hakkında tam bir bilgi vermez (Kalıpsız, 1984).

Genellikle, boy arttıkça, gövde dolgunluğu fazlaşır. Hâlbuki gövde boyu arttıkça, göğüs boyu şekil katsayısı düşmektedir. Hasılat yönünden gövde şekli denilince, aşağıdan yukarıya doğru, değişik yerlerdeki çapların, göğüs çapına oranı anlaşılır. Bir de çap düşüşü vardır. Çap düşüşü, dipten tepe tomurcuğuna doğru, her 1 metrede, çapın azalma miktarıdır. Bunlar, gövdenin dolgunluğunun ölçüleridir. Çap düşüşü az olduğu ölçüde, gövde dolgunluğu fazla olur.

Çap artımının gövde üzerinde değişik yerlerde farklı oluşu, ağacın büyümesi süresince gövde formunun değişmesine yol açar. Bu oluşum için iki görüş bulunmaktadır. Birincisi, fizyolojik, ikincisi mekanik nedenlerle gövde formunun meydana geldiğidir. İlk zamanlar, gövde formunun fizyolojik sebeplerle meydana

geldiği kabul edilmekteydi. Fakat sonradan, gövde formu üzerinde mekanik etkenlerin etkili olduğu anlaşılmıştır.

Burada önemli faktör rüzgârdır. Ağaç, açık alanda, meşcere içerisinde fakat serbest veya meşcerede tepe tacında kapalılık oluşmuş, dolayısıyla, etrafındaki bireylerle dayanışma bulunması durumuna göre, ayakta kalıp devrilmemek, ayrıca, kırılmadan tepeyi taşıyabilmek için, gerekli yerlere yığınak yapmaktadır. Bunun sonucu, farklı gövde formları ortaya çıkmaktadır. Gövde formunun meydana gelişinde rüzgâr çok etkili olduğundan, sık yetiştirilen meşcerelerde gövde daha dolgundur. Seyrek büyütülen ağaçlar, özellikle genç çağlardadip çapları çok kalın olduğundan, dolgun gövde yapamamaktadır. Doğal gençlik ve ağaçlandırma sahalarında, seyrek dikimlerde, durum belirgin biçimde görülebilmektedir. Meşcerelerde, mağlup ağaçlarda boylar kısa olmasına karşın, gövdenin üst bölümünde çap artımı fazla olduğundan, dolgunluk fazladır.

Ağacın, serbest büyüdüğu oranda, gövde ve tepeyi devrilmeden ayakta tutabilmesi için, dip kısmını; yine salınım nedeniyle, tepesinin kırılmaması için de momentin maksimum olduğđ, gövdenin yarısı civarını kalınlaştırması zorunluluğu vardır. Hâkim rüzgâr şiddetine göre, ağaç durumu algılar ve gereğini yerine getirir.

Ancak, ağacın dip kısmını ve gövdenin ortası etrafını kalınlaştırabilmesi, belli bir süre gerektirir. Bu nedenle, başlangıçtan itibaren, uygun işlemler zamanında ve yeterince yapılır. Ani müdahalelerle, kurulu düzenin bozulmamasına çok dikkat edilir. Aksi halde, duruma hazır olmayan bireyler, ani etrafi açılınca, gövdeyi ayakta tutamaz, devrilir veya tepeyi taşıyamaz, kırılır.

Hatalı işlemler sonucu, teknik ormancılıkla bağdaştırılamayacak, Orman Hasılat Bilgisi'nin kabul edemeyeceği durumlar yaratılır ve önemli kayıplara yol açılır. Hazır olmayan meşcereye ani şiddetli müdahale yapılan yerlerde, rüzgar devriği, kar kırması bu nedenle meydana gelmektedir.

Ağaçlar sık yetiştirildikleri ölçüde, dolgun gövde yaparlar. Fakat, gövde kalitesi yönünden dolgunluk tek başına yeterli olmamaktadır. Özellikle, ışık ağaçlarında bu konuya çok dikkat edilmelidir. Meşcere sık yetiştirildiği ölçüde, çaplar ince, gövdeler zayıf olur. Bunlar dış etmenlerden çok kolay etkilenirler. Rüzgar ve kar etkisiyle eğilmektedirler. Diğer yandan, Fototropizma nedeniyle, buldukları boşluklardan ışığa yönelerek, gövde eğilmelerinin meydana gelmesine yol açarlar. Kaliteyi önemli ölçüde etkileyen kriter eğrilik olduğundan, kalite kayıpları meydana gelmektedir.

Günümüz teknolojisinin ortaya çıkardığı bilgisayarlar özellikle ormancılık pratiğinde uygulanması güç ve zaman alıcı işlemlerin daha kolay yapılmasını sağlayan simülasyon ve alternatif çözüm tekniklerinin, bilgi işlem kullanılarak uygulanması daha kolay olabilmektedir. Doğada ağaçların ve meşcerelerin gelişmesi bilgisayarda oluşturulabilmekte ve ağaçların ileriki yaşlarda kazandıkları hacim ve hacim elemanlarının bilinebilmektedir. Böylece zaman ve para açısından tasarruf yapılarak verimli bir çalışma gerçekleştirilmektedir. Gelecekteki orman varlığının durumunun yakından takip edilmesiyle, ulusal ormancılık amaçları için tedbirler alınarak orman ekosisteminin devamının sağlanmasına çalışılmaktadır.

Bu amaçla ormandan alınacak deneme alanlarından elde edilen ölçümler, ham bilgi kaynağımızı oluşturmaktadır. Bu bilgilerin değerlendirilmesi de ancak konunun uzmanı kişiler tarafından belli bir programlama dili ile usulüne uygun yazılmış programların aracılığı ile gerçekleştirilebilmektedir. Bilgisayar programlarının yazılımı ise konunun durumuna ve içerdiği algoritmanın karışıklığı ile zorlaşmakta ve zaman almaktadır. Programın yazılımı ve denenmesi araştırmacı için bir kayıptır. Ancak çeşitli ormancılık çalışmalarında bu amacı gerçekleştirmek için firmalar tarafından geliştirilen kullanıma hazır paket programların varlığı da bu zorluğu bir derece azaltmaktadır. Çalışmamızda bilgisayar kullanılarak, kızılçamın çap, boy ve gövde şekil katsayısı arasındaki ilişkinin uygun bir istatistik modelle temsil edilmesine çalışılmıştır. Ayrıca, gövde şekil katsayısından hareketle bir hacim tablosu da oluşturulmuştur.

Bu çalışma alanı olarak kızılçamın geniş doğal yayılış yaptığı ve bol miktarda dikili ağaç satışı yapılan Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü sahaları seçilmiştir. Yörede 127 adet kızılçam ağaçlarının gövde üzerinde ölçülen çap ve boy değerlerinden yararlanılarak literatürde önem arz eden bazı ağaç şekil katsayılarının (gerçek, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl) göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmaları yapılacaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Miraboğlu (1955), Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren Gök nar (*Abies spp.*) türlerinden Uludağ, Doğu Karadeniz ve Toros göknarlarında göğüs boyu şekil katsayısının yaş, göğüs çapı, boy ve çap katsayısı ile ilişkileri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada, Uludağ ve Doğu Karadeniz göknarları arasında, göğüs boyu şekil katsayısı bakımından önemli bir fark görölmediği ve söz konusu iki tür için tek bir göğüs boyu şekil katsayısı kullanılarak gövde hacim tablosu düzenlemiştir.

Dahms (1966), Sıklık faktörü olarak aldığı, göğüs yüzeyi ve tepe yarışma faktörün doğal meşcerelerde brüt hacim artımı üzerinde etkisini incelemiştir. Yaş ve bonitet endeksine göre ortaya çıkan göğüs yüzeyi, aynı model üzerinde tepe yarışma faktörüne göre daha çok varyasyon göstermiştir. Bununla beraber göğüs yüzeyi hacim artımı meşcere sıklık ilişkisinin bire bir aynı olmadığını belirmiştir. Bir meşceredeki sıklığın yetişme ortamı verim gücü olan bonitet ve meşcere göğüs yüzeyi ile yeterince tanımlanabileceğini bildirmiştir.

Eler (1988), Antalya yöresi doğal kızılçam meşcerelerinde aralama kesimlerinin artım ve büyüme yönünden etkileri üzerine bir çalışma yapmıştır. Değişik yaş gruplarında, yükselti (alçak ve yüksek zon), yaş (20, 40 ve 60 yaş) ve silvikültürel işlemin (kontrol, zayıf ve kuvvetli alçak aralama) ağaçta dip çap, göğüs çapı ve orta çap artımı üzerinde önemli etkisi olduğu ve kuvvetli aralamada bunun en yüksek olduğunu tespit etmiştir. Kontrol alanlarda üçüncü yılın sonunda yapılan inceleme ve tespitlerde, orta çap-göğüs çapı oranı önemli bir değişiklik olmamasına rağmen mutedil ve kuvvetli aralama yapılmış deneme sahalarında yükselme gözlenmiştir. Bu durumu, Kızılçamın serbest olarak büyümesinin sık büyümesine oranla, daha dolgun gövde yapabileceği ile açıklamışlardır.

Eler ve Keskin (1991), Antalya yöresi yapay kızılçam meşcerelerinde aralama kesimlerinin artım ve büyüme yönünden etkileri üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışma yapılan deneme parsellerinde, üçüncü yılın sonunda yapılan inceleme ve tespitlerde orta çap- göğüs çapı oranının istatistik açıdan önemli bir ilişki

bulunmadığını belirtmiştir. Bu durumu, ağaçlandırma alanlarında dikimden itibaren bireylerin serbest büyüme göstermesi yüzünden olduğu şeklinde belirtmişlerdir.

Drescher et al. (2001), Brezilya’da *Pinus elliotii* Engelm. adlı çam türünde toplam 430 örnek ağaçtan elden edilen verilerle çoğul regresyon analizi yapmışlardır. Analizde göğüs boyu şekil katsayısının kestiriminde, bağımsız değişken olarak göğüs çapı, ağaç boyunun 1/10 veya 5/10’undaki çapları kullanmışlardır. Yöresel olarak ta ağaç türünün şekil katsayısını çap ve boya göre çift girişli olarak tablolaştırmışlardır. Bankovic, et al., (2004), Sırbistan’da Batı kayını (*Fagus sylvatica* L.) ağaç türünde örnek olarak seçilen 775 ağaçtan elden edilen verilerle çoğul regresyon analizi yapmışlardır. Doğal şekil katsayısının kestiriminde, bağımsız değişken olarak göğüs çapı, ağaç boyunu kullanmışlardır. Ayrıca, ağaç türünün göğüs boyu şekil katsayısını regresyon analizi ile kestirimini yapmıştır. Daha sonra, göğüs boyu şekil katsayısını göğüs çapı ve ağaç boyuna göre veren çift girişli bir tablo da oluşturmuşlardır.

Bonyad and Rostami (2005), İran’da *Pinus elliotii* Engelm. adlı çam türünde 25, 27 ve 30 yaşlarındaki plantasyonlarda göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal ve yapay şekil katsayıları ile yapılacak hacim tahminkeri arasında istatistik açıdan fark olmadığını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı yerine yapay şekil katsayısının kullanılması önerisinde bulunmuşlardır.

Çatal vd. (2005), çalışmaları ile Isparta-Gölcük Yöresinde yapay olarak yetiştirilen Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) için yöresel tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturmuşlardır. Isparta-Gölcük yöresi Yalancı akasya ağaçlandırma sahaları için %95 güven düzeyi ile uygun oldukları belirlenmiştir. Yalancı akasya için tek ve çift girişli hacim tablosu düzenlenmişlerdir.

Socha and Kulej (2005), Polonya’da Büyük sahil göknarı (*Abies grandis* Lindl.) ağaç türünde toplam 20 ağaçtan alınan verilerle göğüs boyu şekil katsayısının iki farklı yükseltiyeye sahip yöredeki rölatif boylardaki değişimini karşılaştırmalı olarak incelemişler ve farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır.

Durkaya ve Durkaya (2006), çalışmada değişik yaşlı Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını karışık meşcereleri için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları düzenlemişler. Bu amaçla 31 örnek alandan kesilen 28 Gökmar, 27 Sarıçam ve 27 Doğu Kayını ağacının gövde analizlerinden yararlanmışlar. Bütün türlere ait veriler üzerinde Regresyon Analizi yöntemi ile tek girişli ağaç hacim tablosu için 3 adet denklem, çift girişli ağaç hacim tablosu için 5 adet denklem denemişler ve belirtme katsayısı, standart hata, toplam hata, ortalama mutlak hata, ortalama sapma, ortalama mutlak sapma olmak üzere altı ölçüte göre değerlendirmişler.

Bankovic et al. (2007), Sırbistan'da Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ağaç türünde örnek olarak seçilen 379 ağaçtan elden edilen verilerle çoğul regresyon analizi yapmışlardır. Analizde doğal şekil katsayısının kestiriminde, bağımsız değişken olarak göğüs çapı, ağaç boyunu kullanmışlardır. Ayrıca, ağaç türünün göğüs boyu şekil katsayısını regresyon analizi ile kestirimini ve göğüs çapı ve ağaç boyuna göre veren bir çift girişli tablo da oluşturmuşlardır.

Socha and Kulej (2007), *Larix decidua* Mill.'de göğüs boyu şekil katsayısının beş farklı yörede 0.441-0.493 arasında değiştiğini ve yöreler arasında istatistik açıdan farklılık bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Ahmadi et al. (2008), İran'da Mezarlık servisi (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*)'nde 54 örnek ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Katsayılara ait hesap sonuçlarının birbirinden farklı olup olmadığını test için yapılan istatistik analizlerden eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal şekil katsayısı ( $p=0.361$ ) arasında %95 güven düzeyinde benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Fadaei et al. (2008), İran'da *Pinus taeda* L. ağaç türünde örnek olarak seçilen 110 ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Sonuçların birbirinden farklı olup olmadığını belirlenmesi için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı ( $p=0.120$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı ( $p=0.207$ )

arasında istatistik açıdan benzerlik (%95 güven düzeyinde) olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara görede hem kolay hemde masrafsız olan iki yöntemin göğüs boyu şekil katsayısının yerine kullanılabilceği önersinde bulunmuşlardır.

Rahim (2008), İran'da *Pinus taeda* L. ağaç türünde örnek olarak seçilen 110 ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Göğüs boyu şekil katsayısı ile diğer şekil katsayılarının birbirinden farklı olup olmadığının belirlenmesi için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı ve Hohenadl şekil katsayısı arasında %95 güven düzeyinde aritmetik ortalama bakımından benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir.

Çatal (2009), Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde artım ve büyüme ilişkileri, tek ağaç ve meçere düzeyinde meşcere yaşı, bonitet sınıfı ve sıklık derecesi incelenmiştir. Aynı yaşlı doğal ve saf kızılçam meşcerelerinde artım ve büyümenin simülasyonu için bir model geliştirildiği, Model 10 yıllık peryotlar için peryot başı ve sonunda meşcere hacmi, ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımı, hacim artımı, ortalama boy, göğüs yüzeyi ve ayrılan meşcereyi verdiği belirtmiştir.

Anonim (2010) , “Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Orijin Denemeleri” adlı araştırmada, farklı yetişme ortamlarında yapılacak ağaçlandırmalar için en uygun kızılçam orijin veya orijinlerin saptanması amacı ile 1989 yılında 26 deneme alanı kurulmuş. Çalışmanın 5. ve 10. yıl ara sonuçları yayınlanmış bu yayın ise 20. Yıl ara sonuç yayınıdır. 1) Uygun orijin seçilmesi durumunda, yerel orijine veya deneme alanı ortalamasına göre azımsanmayacak kazançların elde edilebileceği, 2) Akdeniz ve Ege bölgelerinde, kızılçam orijinlerinin gelişimi ile orijinlerin enlem dereceleri arasında anlamlı ve negatif bir ilişki olduğu ortaya konulmuş. Bu bölgelerde yüksek enlem dereceli orijinler (Marmara ve Karadeniz'i temsil eden) kullanılmamasını önermişler. Gövde formu ile en anlamlı ilişkiyi, pozitif yönde olmak üzere, orijinlerin yükseltisiyle kurmuşlar, Tüm bölgelerde, genel olarak, üst ve orta kuşağı temsil eden Akdeniz orijinleri daha düzgün gövde yapığını belirtmişler. 3) Orijin

denemelerinde kat edilen 20 yılın, kızılçamda orijin seçimi için yeterli olduğu kanaatine varılmışlar. 4) Kızılçam doğal yayılış alanının Akdeniz üst (800-1200 m) ve Akdeniz alt (0-400 m), Ege, Güney ve Kuzey Marmara şeklinde ağaçlandırma zonlarına ayrılabilceği belirtilmiş. Doğal olarak bir de Akdeniz orta zonun (400-800 m) ayrılması gerekli görülmüş. Ege ve Marmara Bölgelerinin kızılçam endüstriyel ağaçlandırmaları için daha geniş bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiş. 5) Kızılçam ağaçlandırma zonları için önerilen orijinlerin tohum kaynağı anlamında geliştirilmelerine dikkat edilmesi gerektiği ve Stabilesi yüksek kızılçam orijinlerinin de yerinde ve yabanda korunmaları gerektiği belirtilmiş. 6) Orijin denemelerinin devamlılığı önemli olup, bunlar doğal ömürlerini tamamlayıncaya kadar izlenmesi ve korunması gerektiği belirtilmiş.

Özçelik (2010), Erzincan yöresi sarıçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modelleri çalışılmış. Jiang (2004) tarafından önerilen modelin gerek tüm ağaç gövdesi, gerekse gövde üzerindeki farklı bölümlerdeki çap ve hacim tahminlerinde oldukça yüksek bir performans gösterdiği söylenebilirliğini söylemiş. Bağımsız bir veri grubu ile yapılan denetim sonucunda da; önerilen gövde çapı ve gövde hacim modellerinin gerek ağaç gövdesi üzerindeki farklı yüksekliklerdeki çap değerlerinin gerekse hacim tahminlerinin yapılmasında başarı ile kullanılabilceği görmüşlerdir. Önerilen model Alemdağ (1967) tarafından geliştirilen ağaç hacim denkleminde göre de daha başarılı sonuçlar verdiğini belirtir. Jiang (2004) tarafından geliştirilen model kullanılarak, sarıçam ağaç türü ve değişik ticari boyutlar için daha doğru ve güvenilir hacim tahminleri yapılabilir olduğunu belirtir.

Gürocak (2011), bu çalışmada, Batı ve Orta Karadeniz yöresinden 35 adet Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ağacının verilerinden yararlanılarak literatürde önem arz eden bazı ağaç şekil katsayılarının (gerçek, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl) göğüs çapı ve boya göre gelişimleri ve karşılaştırılmaları yapılmış, Her ağacın hacmi bölümlenme yöntemi ile bulunmuş, Daha sonra Göğüs Boyu Şekil Katsayısı, Yapay Şekil Katsayısı, Doğal Şekil Katsayısı, Mutlak Şekil Katsayısı ve Hohenadl'ın Şekil Katsayısı hesaplamışlardır. Göğüs boyu şekil katsayısı diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı

eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir. Böylelikle, ağaç şekil katsayılarının en uygun olanı veya olanları belirlenmesiyle, tek ağaç hacminin az masraf, kolay ve kısa zaman içerisinde gerçeğe daha yakın kestirilebilmesi mümkün olacağı, Ayrıca çalışmada çap ve boya bağlı olarak göğüs boyu şekil katsayısı veren çift girişli bir tablo da oluşturulmuşlardır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın Materyal ve Yöntem ana başlığı altında, önce kızılçam türüne ait genel bilgiler verildikten sonra çalışma alanı tanıtılmıştır. Yöntem bölümünde de örnek alanlarda yapılan ölçüm ve tespitlerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi ile ilgili bilgi verilmiştir.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Kızılçam türüne ait genel bilgiler

Kızılçam, yayılış alanı, artım ve büyüme özellikleri, yarattığı ekonomik değer dolayısıyla ülkemizin en önemli asli orman ağacı türlerinden biridir. Söz konusu ağaç türüne ait genel bilgiler aşağıda alt başlıklar halinde özetlenmiştir.

##### 3.1.1.1. Botanik özellikleri ve doğal yayılışı

Kızılçam, bitkiler âleminin tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) bölümü, açık tohumlular (*Gymnospermae*) alt bölümü *Coniferae* sınıfı *Pinaceae* familyasının *Pinus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Anşin, 1994). Türkiye’de doğal yayılış gösteren beş çam türünden birisidir (Anşin, 1994). Kızılçamın günümüze gelinceye kadar beş adet varyetesi bulunmuştur. Bunlar; *agrophiotii* Papaj, *pyramidalis* Selik, *densifolia* Yalt. ve Boydak, *pendulifolia* Frankis ve *brutia*’dır (Papajoannou 1936, Selik 1962, Frankis, 1993; Yaltırık ve Boydak, 2000; Schiller, 2000).

Tepe yapısı genç yaşlarda piramit, ileri yaşlarda yayvan görünümündedir. Dalları gövdeye dik açıyla birleşmiş ve uçlarında çok kez kısa sürgünler bulunur. Kabuğu düzgün, boz renkte, ileri yaşlarda kalın, derince yarıklı ve esmer kırmızımsıdır (Anşin, 1994). Genç sürgünleri tüysüz, önceleri kırmızımsı, gelişimiyle birlikte yeşimlisi kahverengi renktedir. Adını genç sürgünlerinin renginden dolayı almıştır (Davis, 1965; Selik, 1963). İğne yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte kenarları ince dişli, kısa sürgünleri dalların ucunda toplanmış ve fırça

biçiminde görülür (Anşin, 1994). Tomurcuklar, genel olarak yumurta biçiminde ve 15-20 mm uzunlukta olup, tomurcuk pulları aşağıya doğru bakar ve kenarları kirpiklidir, reçinesiz, erkek çiçekler sivri piramit görünüşündedir (Gökşin, 2001). Kozalak 6-11 cm boyunda, parlak açık kahverengi ve topaç biçimindedir. Çok kısa saplı veya sapsız kozalak sürgünlere dik oturur yada yan durumlu olarak çoğunlukla 2-6 adedi bir arada çevrel halde bulunur. Apofiz yan pervazlı, göbek büyük, içe doğru hafifçe basıktır (Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan 1997).

Kızılçam, kuzey yarım kürede, yaklaşık 32°-45° kuzey enlemleri ile 15°-45° doğu boylamları arasında kalan oldukça geniş bir bölgede doğal yayılış göstermektedir (Kayacık, 1965). Ülkemizde kızılçam en yoğun yayılışını Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya'da deniz seviyesinden başlayarak 1300 m yükseltiye kadar, bazı yörelerde deniz seviyesinden 1500 m'ye kadar çıkararak yapmaktadır (Yaltırık ve Boydak, 1993). Burdur Gölhisar yöresinde güney bakıda 1595 m'ye kadar çıkararak saf meşcere kurmakta, aynı yükseltilerde kuzey bakılarda yerini Anadolu karaçamına bırakmaktadır (Kılıç ve Güner, 2000). Özellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz bölgemizin simgesi olan kızılçam (Yaltırık ve Boydak, 1993), Marmara, Ege, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu gibi diğer bölgelerde Akdeniz iklimine yakın özellikler gösteren yörelerde de doğal yayılış yapmaktadır (Saatçioğlu, 1976). Vadilerle deniz etkisinin sokulduğu yörelere girmekte, Göksu-Mut Oluğu vasıtasıyla Sertavul Beli'ne, Seyhan Vadisi ile Feke'nin kuzeyine, Kahramanmaraş-Antakya Oluğu boyunca Gölbaşı'na, Eşen Çayı, Aksu ve Köprü Irmaklarıyla iç kısımlara ulaşmaktadır. Güneydoğu Anadolu'da Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman yörelerinde ve Dicle Irmağı Vadisi'nde yayılışa bulunmaktadır (Atalay vd. 1998). Yine Afyon Çal Dağında meşcereleri ortaya koyulmuştur (Genç vd. 1997). Karadeniz Bölgesi'nde yayılış kıyılara yakın yükseltilerden başlayarak, vadiler boyunca iç kısımlara girmekte ve 800-1000 m yükseltilere kadar çıkmaktadır (Saatçioğlu, 1976; Atalay vd. 1998).

### 3.1.1.2. Ekolojik özellikleri

Kızılçam, yaz kuraklığına oldukça dayanıklı olup, her türlü toprak üzerinde yetişmesi, çok hızlı bir büyüme yeteneği göstermesi nedeniyle, ülkemiz için önemli bir ağaç türüdür. Geniş yayılış alanında kızılçamlar, kireçtaşı, marn ve konglomera gibi tortul, serpantin-peridotit, bazalt gibi volkanik ve gnays, mikaşist, killi şist gibi çeşitli metamorfik kayalar üzerinde de görülmektedir. Fakat suyun geçirimine izin vermeyen serpantinli düz yerler kızılçamın yetişmesine elverişsiz yerlerdir. Kompakt metamorfik kayalar üzerinde de yetişmesi oldukça zordur (Atalay vd. 1998). Kızılçam genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan tipik Akdeniz iklimi gösteren bölgelerde yayılış yapmaktadır. Kızılçam sıcaklık isteği yüksek, donlara hassas ve karasal iklimlerden kaçınan bir türdür (Saatçioğlu ve Pamay 1962). Yayılış alanında hava sıcaklığı 10-25°C arasında değişmekte, ocak ayı ortalama sıcaklığı 5-10°C, bazı kuzey ve yüksek kesimlerde 3-4°C olup, 0°C'nin altına düşmemektedir. En düşük sıcaklık ise +4°C ile -11°C arasında seyretmekte, -15°C'nin altına inmemektedir. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 23-28°C arasında olup, en yüksek sıcaklık ise 45°C'ye ulaşmaktadır (Atalay vd. 1998; Neyişçi, 1987).

Kızılçamın yayılış alanlarında yağışların yıl içindeki dağılımı düzensiz olup, önemli bölümü kış aylarına rastlamaktadır (Atalay vd. 1998). Bu düzensiz durum artan yükselti ile düzenli konuma gelmekte ve daha dengeli olarak yağış düşmektedir. Güney-batıya bakan ve bu yönden yağış getiren rüzgârları doğrudan alan yamaçlarda, yağış miktarı daha yüksektir (Kantarıcı, 1982). Bu durum, güneybatı yamaçlarda nemlilik şartlarını artırdığı için iyi bonitette kızılçam ormanlarının yetişmesini sağlamaktadır. Ayrıca 400-500 m'den sonra yaz aylarında aşırı sıcaklığın düşmesine bağlı olarak kızılçamlar daha iyi gelişme göstermektedir. Çünkü özellikle geceleri sıcaklığın düşük olması, solunumu yavaşlatmaktadır (Atalay vd. 1998).

### 3.1.1.3. Silvikültürel özellikleri

İşletme ormanlarında, meşcerelere uygulanan silvikültürel işlemlerle, ormanların sağlığı korunarak, arzulanan kalite ve kantite de odun ürününe daha erken

ulaşılması amaçlanır. Bunun için de başlangıçtan itibaren kızılçamın biyolojisi, amaç, yaş ve yetiştirme ortamı koşulları dikkate alınarak, silvikültürel işlemlerle bireylere meşcerenin gelişme süreci içinde değişen büyüme alanları verilir. Ormanlara yapılan her müdahale, bir sonraki müdahaledeki ara amaçla, idare süresi sonundaki son amacın gerçekleşmesini hedeflemektedir (Boydak, 1992).

Bir meşcerede yetiştirme ortamı verimliliği değişmediğinden, meşcere silvikültürel işlem uygulanması veya uygulanmaması halinde, doğal yaşamın sonlarına doğru, ormandaki ağaç serveti teorik olarak aynıdır. Ancak, ağaçların çap basamaklarına dağılımı farklıdır. Bir diğer fark da, silvikültürel işlem uygulanması durumunda, ara hâsıllardan gelir elde edilmesi, buna karşılık işlem görmeyen ormanlarda ölümler-gövde ayrılmaları sonucu bu ürünün organik madde olarak tekrar toprağa dönmesidir. Ayrıca, bakımlarla artım kaliteli bireyler üzerinde toplanır. Bu nedenlerle kızılçamda bakım uygulamaları, bir amaçlar dizisini hedefler. Kızılçamın endüstriyel plantasyonlarında en yüksek odun hasılatının elde edilebileceği bir ara amaçlar dizisi belirlenerek son amaca ulaşılması hedeflenir (Boydak vd. 2006).

Kızılçamın doğal gençleştirilmesinde yaygın olarak “doğal tohum dökümü ve tohum takviyesine dayalı traşlama işletmesi” uygulanmaktadır (Genç, 2006). Bu yöntemde, gençleştirilecek sahada tohumların büyük oranda saçılmasından sonra, tohum takviyesi yapılarak, mevcut siper konumdaki ağaçlar tıraşlanmakta ve saha tamamen boşaltılmaktadır. Bu kesimden elde edilen kozalaklı veya kozalaksız dallar ince bir örtü halinde sahaya serilmektedir (Genç, 2004). Takviye tohuma ihtiyaç duyulması, kızılçamda tohum veriminin sayısal olarak az olduğu; rutubet şartları oluşuncaya kadar, yani uzun bir süre tohum yerde kalacağı için kayıpların daha fazla olacağı (Ayhan, 2002), çimlenme yeteneğindeki tohumların doğal koşullardaki zararlılar nedeniyle ancak %40 kadarı çimlenerek yaprak örtüsü üzerine çıkabildiği (Keskin vd., 1996) gerekçelerine dayanmaktadır.

#### **3.1.1.4. Teknolojik özellikleri ve odunun kullanım yerleri**

Kızılçam odununun makroskopik yapısında diri odun; geniş ve kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarıçapının takriben 2/3'ü kadardır. Öz odun; daha koyu olup, sınırı bariz morumsu-kırmızımtırak kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odununun dış sınırı keskin, iç sınırında ise ilkbahar odununa geçiş ani olmayıp oldukça tedricidir. Yaz odunu tabakasının yıllık halka içerisindeki payı az, rengi özellikle öz odun içerisinde koyu morumsu kahverengidir. Yıllık halka sınırları, özellikle gövdenin alt kısımlarında, açık şekilde kaba dalgalıdır. Reçine kanalları açık ve belirli olup, enine kesitte, yaz odunu tabakası içerisinde veya bu tabakanın iç kenarına yakın kısımlarda açık renkli noktacıklar halinde görülür (Berkel, 1957). Kızılçam odunu kereste, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tel direği, maden direği, çit kazığı, döşeme, travers, tarım aletleri, mobilya yapımında kullanılmaktadır (Erten ve Taşkın, 1985).

#### **3.1.2. Çalışma alanına ait bilgiler**

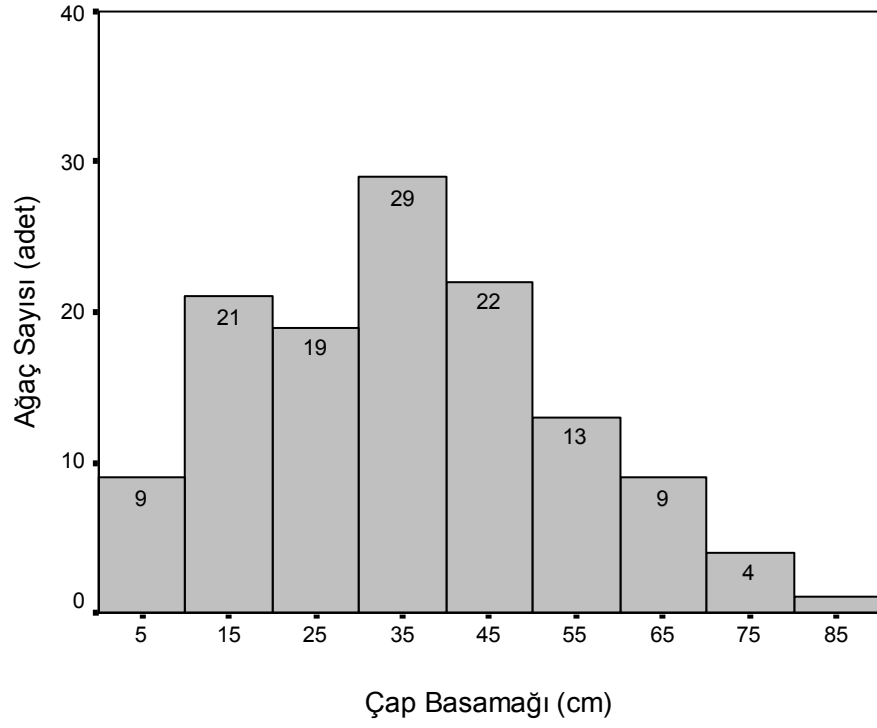
Çalışma sahası Muğla Orman Bölgesi Müdürlüğü, Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindedir. İşletme kuzeyde Denizli Orman Bölge Müdürlüğü doğuda Fethiye İşletme Müdürlüğü batıda Köyceğiz İşletme Müdürlüğü güneyi Akdeniz ile çevrilidir. İşletmenin yıllık eta miktarı 51,840 m<sup>3</sup>'tür. Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü ormanlık alanı yaklaşık 87703,0 ha'dır. Denizden yüksekliği 0-1815 m arasında değişmektedir. Yörenin yıllık ortalama sıcaklığı 18°C, en sıcak ay 44°C ile ağustos ayı ve en soğuk ay ise -3.4°C ile ocak ayıdır. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 1107,8 mm'dir. Yıllık yağışın %60 (672,3 mm)'si kışın (ocak-şubat-mart), %14 (158,2 mm)'si ilkbahar (nisan-mayıs-haziran), % 0,003 (3,8 mm)'si yazın (temmuz-ağustos-eylül) ve geri kalan %24 (273,7 mm)'si sonbahar (ekim-kasım-aralık) mevsiminde düşmüştür. Yörenin ortalama bağıl nemi %71'dir (DMİ, 1950-1970 istatistikleri). Çalışmaya ait örnek ağaçların değişik bonitet sınıfındaki sahalardan ve rakım olarak 50-100, 101-300, 301-500, 501-700 şeklinde değişen dört ayrı sahadan seçilmiştir. Ortaca sefliğinden 2011 yılında 27 örnek, Dalaman şefliğinden 2011 yılında 32 örnek, bahtiyar şefliğinden 2010-2011 yıllarında 29

örnek, çaldere şefliğinden 2010-2011 yılları yaz aylarında 39 örnek seçilmiştir. Kızılçamda hacim hesabı için kullanılacak şekil katsayısını güvenilir doğrulukta bir sonuca ulaştırabilmek için çok sayıda ağacın ölçüsüne ihtiyaç vardır. Ancak sonuçların Dikili Satış Uygulamalarının yoğun yapıldığı yöresel olarak belirlenmesi önem arz ettiği için çok fazla ölçüm ve değerlendirme çalışmasına gerek duyulmamıştır. Amacı sağlayacak düzeyde 127 adet ağaçta çap analizleri yapılmıştır.

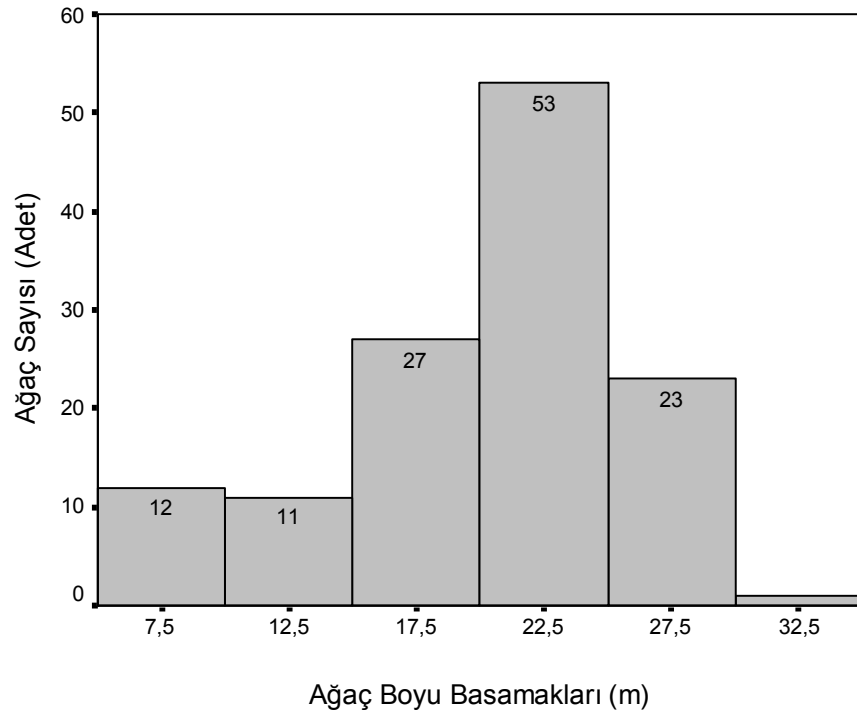
Çap analizi yapılan ağaçlar önce dip kısmından motorlu testere ile rutin işlemlerle kesilmiştir. Kesilen ağaçlarda dallar gövdeden ayrılarak dalsız gövde elde edilmiştir. Gövde üzerinde çap analizi yapılmıştır. Analiz için gövde üzerinde 0,1,2,.. metrelerden çaplar milimetre hassasiyetinde ölçülmüştür. Daha sonra kalan bir metreden kısa uç parçanın boyu metre cinsinden ölçülmüştür. Ayrıca çap analizi yapılacak ağacın göğüs yüksekliği çapı da milimetre hassasiyetinde ölçülmüştür. Ağaçların ölçülen toplam seksiyon uzunluğuna uç parçanın boyuda eklenerek tam ağaç boyu elde edilmiştir. Ölçülen 127 adet gövdeye ilişkin değişik çap ve boy basamaklarına dağılımı Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çap Basamakları (cm)	Boy Basamakları (m)													Toplam
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
6	5	2												7
10	1	2	2	3										8
14			1	2	2	1								6
18				2	1	3	3							9
22						3	2			1				6
26						2	5	1	1					9
30							1	4	2	1				8
34						2	2	3	2	2	2	1		14
38								1	3	6	1			11
42									7	2	1			10
46									2	4	1			7
50									2	3	2	1	2	10
54								1		2	1	1		5
58										1	1	1		3
62										2	2		1	5
66										1	2			3
70												1		1
74										1	1			2
78												1	1	2
82														0
86													1	1
<b>Toplam</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>127</b>



Şekil 3.1. Örnek ağaçlarının çap basamaklarına dağılımı



Şekil 3.2. Örnek ağaçlarının boy basamaklarına dağılımı

127 adet deneme ağaçlarının çap, boy ve hacim değerlerinin bazı istatistikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çap analizi yapılan örnek ağaçlara ait bazı istatistikler (n=127)

Değişken	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
Yaş (yıl)	15	127	53,82	24,10	44,78
Göğüs çapı (cm)	4,20	85,00	35,18	18,12	51,51
Boy (m)	5,15	30,15	20,12	6,03	29,97
Hacim (m <sup>3</sup> )	0,009	6,20	1,19	1,13	94,41

### 3.1.3. Örnek ağaçlarda aranan ortak özellikler ve seçim yöntemi

Araştırma materyalinin toplandığı örnek ağaçların karşılaştırmaya olanak sağlaması ve ortak bir temele dayandırılması gerekmektedir. Bu nedenle, örnek ağaç alınacak meşcerelerin, doğal yolla meydana gelmiş, kapalılığı bozulmamış, normal kapalı, saf ve aynı yaşlı meşcerelerden alınması öngörülmüştür.

### 3.1.4. Göğüs yüksekliği çaplarının ölçülmesi

Örnek ağaçların hacimlendirilebilmesi ve göğüs boyu şekil katsayısının belirlenebilmesi için göğüs yüksekliğindeki (1,30 m) çapları (mm) birbirine dik yönde ölçülerek, ağaçların ortalama göğüs çapları belirlenmiştir.

### 3.1.5. Ağaç boyunun ölçülmesi

Örnek ağaçların her bir metredeki çapları ölçülmüş ve böylece ağacın boyu belirlenmiştir. Ayrıca bir metreden kısa uç parça kalması durumunda bu uç parça değeri ağaç boyuna ilave edilmiştir.

### 3.1.6. Ağaç yaşının ölçülmesi

Örnek ağaçlar dip kısımdan kesildiği için ağacın dip kısmındaki kütükten ağaç yaşı belirlenmiştir. Burada ölçülen yaşa bir yıl fidan yaşı ilave edilerek ağaç yaşı bulunmuştur.

### 3.1.7. Hacimlerin belirlenmesi

Meşcere hacminin ortaya konulması için alandaki tüm ağaçları tek tek seksiyonlara ayırarak hacimlendirmek ve bunların toplamını bulmak, en güvenilir yoldur (Kalıpsız, 1984; Akalp, 1978). Çap analizi yapabilmek için normal kapalı meşcereden seçilen ağaçlarda dip kısımdan başlayarak her bir metrelik seksiyonlar için çaplar ölçülmüştür. Ölçülen çaplar kullanılarak uçlardaki yüzeyler ortalaması (Smalian) formülü (denklem 3.1.) kullanılarak hacimler belirlenmiştir.

$$V = \frac{\pi\left(\frac{d_0}{2}\right)^2 + \pi\left(\frac{d_n}{2}\right)^2}{2} \cdot \ell = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d_0^2 + d_n^2}{2} \cdot \ell = \frac{g_0 + g_n}{2} \cdot \ell \quad (3.1)$$

### 3.1.8. Diğer ölçüm ve tespitler

Örnek ağaçlara ölçme tarihine göre sıra numarası verilmiş, örnek ağacın içerisinde bulunduğu Orman Bölge Müdürlüğü, İşletme Müdürlüğü, İşletme Şefliği, bölme numarası ve özel mevkisi belirlenerek, örnek ağaç ölçüm karnesine yazılmıştır. Ayrıca örnek ağacın alındığı yerin koordinatları belirlenerek yazılmıştır.

## 3.2. Yöntem

Bir ağacın gövdesi tam bir geometrik şekle benzememektedir. Ayrıca, bir gövdenin şekli aynı yerde diğer gövdenin şekline göre değişim göstermektedir. Buna karşın enine kesidi genellikle daire şeklinde olup, kalınlığı dipten uca doğru sürekli azalan bir şekil göstermektedir. Bu özelliğinden yararlanarak gövde biçimi sayısal olarak tanımlanmaktadır. Sayısal olarak tanımlayarak ağaç üzerinde belirli bir yükseklikte

çap tahmin edilmekte ve ağaç hacmi kolaylıkla belirlenebilmektedir. Bu tanımlamalarda oransal değerler verilerek veya sürekli bir gövde fonksiyonu kurularak yapılabilmektedir. Gövde oransal değerler içerisinde de gövde şekil katsayısı sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Aşağıda bu yönteme ilişkin ayrıntılı açıklama yapılacaktır (Kalıpsız, 1984).

### 3.2.1. Gövde şekil katsayısı

Ağaçlarda gövde şekil katsayısı ağaçta bulunan gerçek hacmin, taban çapı veya gövde de herhangi bir oarandaki çapın oluşturduğu silindir çapı ve ağaç boyu kadar silindir boyunun silindirin hacmine oranıdır. Bu değer birden küçük bir değer almaktadır.

Gövde şekil katsayısı kullanılarak ağaç hacminin belirlenmesi oldukça kolaydır. Bunun için ağacın belirli bir yükseklikteki çapı ( $d_0$ ;  $d_{0,1}$ ;  $d_{1,30}$ ;  $d_{0,5}$ ) ve tam ağaç boyu ( $h$ ) ölçülür. Ağaç türleri için, çap ve boylara ( $h$ ) göre düzenlenmiş tablolardan, şekil katsayısı ( $f_0$ ;  $f_{0,1}$ ;  $f_{1,30}$ ;  $f_{0,5}$ ) alınır ve formül 3.1. ile gövde hacmi ( $v$ ) bulunur.

$$v = g_0 hf_0 = g_{0,1} hf_{0,1} = g_{1,3} hf_{1,3} = g_{0,5} hf_{0,5} \quad (3.2)$$

Ağaç üzerinde bölümlene yöntemiyle hacim belirlenmesi güç, zaman alıcı ve ağaçların kesilmeden hacmini vermede yetersizdir. Orta yüzey formülü ile hacim belirlenmesi kolaydır. Orada şekil katsayısı yerine ortadaki çapın, göğüs çapına oranı alınmaktadır ve kolaylıkla hacim belirlenmektedir. Fakat, çap katsayısından yararlanılarak orta yüzey formülü ile hacim bulunurken, tümü ile gövdenin boyu alındığından, bu biçimde hacim belirlenmesinde, sakınca bulunmaktadır. Boy arttığı oranda, sonuç hata yüklü olur. Konimsi gövdelerde, hata çok artar ve hacim eksik bulunur.

Ağaç türü, yaş, yetiştirme ortamı verim gücü olarak bonitet ve sıklık bakımından belirli meşcere özelliğinde yetişmiş ağaçlar için önceden saptanmış ortalama şekil katsayıları bilindiği zaman benzer özelliğe sahip bir ağacın gövde hacmi formül 3.3 ile hesaplanabilmektedir.

$$v = \frac{\pi}{4} d_i^2 h f_i = g_i h f_i \quad (3.3)$$

Ortalama şekil katsayısının tayini için, toplumu oluşturan meşcereden 30-100 deneme ağacı kesilmekte ve bu ağaçların hacimleri bulunarak, formül 3.2 uygulanmaktadır. Kuşkusuz deneme ağaçlarının şekil katsayıları birbirinden farklı olacak ve aritmetik ortalama belirli bir örnekleme hatası gösterecektir.

Doğal şekil katsayısının 0,37 ile 0,68 arasında çok farklı değerler alabildiği ve aynı ağaç türünde de, örneğin, Gökarda 0,45-0,68 arasında yine büyük bir varyasyon gösterdiği izlenmektedir. Buna karşın yine de, ortalama değerlerde ağaç türlerine göre bir sıralanma görüldüğü kabul edilmektedir. Keza, ağaç gövdesi doğal şekil katsayılarının genellikle paraboloid ile koninin arasında bulunduğu görülmektedir. Göğüs boyu şekil katsayısı 0,40-0,55 değerleri arasında değişmekte ve kaba bir hacim tahmini için 0,5 olarak alınabilmektedir.

Ağaç çapının gövde üzerinde ölçüldüğü yere göre, değişik şekil katsayıları vardır. Çapın ölçüldüğü yerdeki çap, silindirin taban çapı olmaktadır. Silindirin boyu, gövdenin boyudur. Buradan silindirin hacmi bulunur. Ağacın gövde hacmi, silindirin hacmine oranlanarak, şekil katsayısı elde edilir. Çalışmamızda beş adet şekil katsayı hesaplanacaktır.

#### **3.2.1.1. Göğüs boyu şekil katsayısı**

Geçmişten şekil katsayısı kullanılmaya başlandıktan sonra, ağaç çapının hangi noktadan ölçülmesinin ve buna bağlı olarak şekil katsayısının belirlenmesinin doğrunoktanın ne olacağı konusu üzerinde durulmuştur. Kök şişkinliklerinin etkisinin kalmadığı, doğrudan ve kolaylıkla ölçülebilen göğüs çapının alınmasının

doğru olacağı üzerinde fikir birliğine varılmıştır. Bunun için gövde hacminin, gövdenin 1,30 yüksekliğindeki çapında ve bu gövdenin boyunda olan silindirin hacmine oranı formül 3.5 ile tanımlanmaktadır.

$$f_{1,30} = \frac{\text{gövde hacmi}}{\text{silindir hacmi}} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} d_{1,30}^2 h} \quad (3.4)$$

Ayrıca göğüs boyu gövde şekil katsayısı gövde eğrisinin şekil ss (r) olarak denklem 3.5'deki gibi hesaplanabilmektedir.

$$f_{1,3} = \frac{1}{r+1} \left( \frac{h}{h-1,30} \right)^r \quad (3.5)$$

Göğüs boyu şekil katsayısının hesaplanması için, kesilen deneme ağaçlarından her birinde, olabildiğince sağlıklı biçimde, ağaın gövde kısmının hacmi bulunur. Bu hacim her ağaç için taban çapı ağaın göğüs çapı ve boyu gövde boyu kadar olan silindirin hacmine bölünür. Her ağaç için göğüs boyu şekil katsayısı hesaplanmış olur. Çok sayıdaki bu değerler grafik yöntemle nokta bulutu haline getirilir. Bu dağılımdan geçebilecek doğru ya da eğri çizilir. Doğru veya eğriden elde edilen ortalama sayılar, tablolaştırılır (Fırat, 1973; Philip, 2002). Göğüs boyu şekil katsayısını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

Göğüs boyu şekil katsayısını etkileyen faktörler; ağaç yaşı, meşcere kapalılığı, bonitet derecesi veya sınıfı, ağaın göğüs çapı, kabuksuz gövdenin şekil katsayısı, ağaın işgal sahası neticesinde aldığı tepe büyüklüğü ve ağaç türü gibi faktörler şeklinde sıralanabilir. Bu faktörler kısaca açıklanacak olursa (Kalıpsız, 1984);

Ağaç yaşı: Etkisi pek önemli değildir. Bizzat yaşın etkisi, aynı boyda bulunan ağaçlarda ya yoktur, ya da pek büyük yaş farklarında (40 yıl) görülmektedir. Bu bakımdan 20'şer yıllık hatta daha geniş yaş sınıfları ayırmak amaca yeterlidir. Boy ve çapı aynı olan ağaçlarda, şekil katsayısı yaşlı olanlarda daha büyüktür.

Meşcere kapalılığı: Göğüs boyu şekil katsayısına büyük etkisi vardır. Aralama kesimlerinin derecesi bu bakımdan etkilidir. Serbest durumda büyüyen ağaçlarda

gövdenin aşağı kısımlarında kalınlaşma daha fazladır. Kapalı meşcerede büyüyen aynı çap ve boydaki ağaçların şekil katsayısı, serbest kalmış veya seyrek meşcerede yetişmiş ağaçlarınkine nazaran daha büyüktür. Bu nedenle düzenlenecek şekil katsayısı tablolarında belirli bir kapalılık derecesi esas alınır.

Bonitet derecesi: Aynı yaşta bulunan ağaçların şekil katsayısı, bonitet iyileştikçe küçülür. İyi bonitette yetişen ağaçların daha boylu olmaları bu sonucu vermektedir. Boy uzadıkça, ağaç şekil katsayısı küçülür. Aynı boy ve çapta bulunan ağaçların şekil katsayısı bonitet kötüleştikçe büyür. Gövdenin şekli daha iyi demek değildir. Göğüs boyu şekil katsayısı bu bakımdan bir fikir vermez. Bonitet kötüleştikçe şekil katsayısı başlangıçta düşer, fakat sonunda yine yükselir.

Göğüs çapı: Büyüyen çapla göğüs boyu şekil katsayısı rölatif olarak küçülür. Bu bakımdan çeşitli ağaç türlerini ayırmak gerekir. Bu itibarla şekil katsayısı tabloları aynı tip meşcerelerde aynı boy ve çap için ancak genel olarak kullanılabilir. Tek ağaçların hacmini tayinde büyük fark gösterir.

Kabuksuz gövdenin şekil katsayısı: Kabuklu gövdeden daha büyüktür. Kabuk soyulunca  $d.h$  sonucu  $v=d.h.f$  sonucundan daha fazla küçülmüş olur.

Yukarıdaki faktörlerden başka, göğüs boyu şekil katsayısına etkisi olan, ağacın işgal sahası neticesinde aldığı tepe büyüklüğü ve ağaç türü gibi faktörler vardır. Bütün bu faktörlerin şekil katsayısını değiştiren etkileri yüzünden herhangi bir ağaç türünün, belirli bir meşcere bakım tarzı, yetişme ortamı koşulları altında yetişmiş ve aynı yaş sınıfına giren ağaçları üzerinde tespit edilen şekil katsayıları ancak benzer koşullar altında yetişmiş ağaçlar için kullanılabilir.

### **3.2.1.2. Yapay şekil katsayısı**

Gövde boyunca dipten itibaren  $h/2$  yüksekliğindeki  $d_{0.5}$  çapı esas alınmaktadır. Orta çap ve göğüs çapının karelerinin oranları aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$f_{0.5} = \frac{(d_{0.5})^2}{(d_{1.3})^2} \quad (3.6)$$

$$f_{0.5} = \frac{v_{gerçek}}{\left(\frac{\pi}{4}\right)d_{0.5}^2 h} = \frac{2^r}{r+1} \quad (3.7)$$

### 3.2.1.3. Doğal şekil katsayısı

Dip kısımdaki kök şişkinliğinden kaçınmak üzere  $d_i$  olarak genellikle  $d_{1.3}$  (göğüs çapı) veya dipten  $h/10$  yüksekliğindeki  $d_{0.1}$  çapı esas alınmaktadır. Böylece; doğal şekil katsayısı elde edilmektedir.

$$f_{0.1} = \frac{v}{\frac{\pi}{4}d_{0.1}^2 h} \quad (3.8)$$

Göğüs boyu şekil katsayısı gövdenin biçimini tam olarak gösterememektedir. Buna karşılık, Hohenadl tarafından önerilen doğal şekil katsayısı gövdenin biçimini yansıtabilmektedir. Gerçekten, biçimleri ayrı boyutları (boy-çap-kesit yüzeyi-hacim) orantılı

$$\frac{h}{h'} = \frac{d}{d'} = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{g'}} = \frac{\sqrt[3]{v}}{\sqrt[3]{v'}} = k \quad (3.9)$$

olan iki ayrı gövdenin Hohenadl şekil katsayıları da eşit bulunmaktadır.

$$f_{0.1} = \frac{v}{\frac{\pi}{4}d_{0.1}^2 h} = \frac{v'k^3}{\frac{\pi}{4}d'^2 k^2 h' k} = \frac{v'}{\frac{\pi}{4}d'^2 h'} = f'_{0.1} \quad (3.10)$$

### 3.2.1.4. Mutlak şekil katsayısı

Gövde hacminin, gövdenin tabanındaki  $d_0$  çapında ve bu gövdenin boyunda olan silindirin hacmine oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$f_0 = \frac{\text{gövde hacmi}}{\text{silindir hacmi}} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} d_0^2 h} \quad (3.11)$$

Belirtilen mutlak gövde şekil katsayısı;

$$f_0 = \frac{v_{\text{gerçek}}}{\left(\frac{\pi}{4}\right) d_0^2 h} = \frac{1}{r+1} \quad (3.12)$$

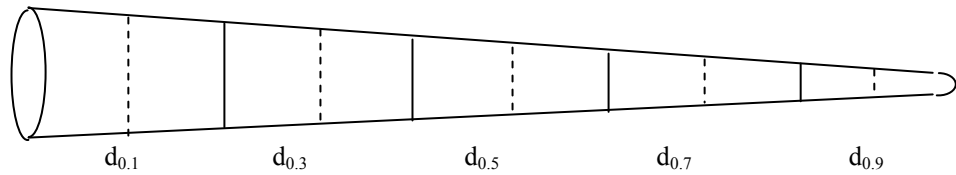
olarak da hesaplanabilir.

### 3.2.1.5. Hohenadl'ın şekil katsayısı

Gövde boyunca dipten itibaren boyun 0.1-0.3-0.5-0.7-0.9 noktalarındaki çapların  $d_{0,1}$  çapına oranları olarak;

$$f_h = 0.2 \left[ 1 + \frac{d^2_{0,3}}{d^2_{0,1}} + \frac{d^2_{0,5}}{d^2_{0,1}} + \frac{d^2_{0,7}}{d^2_{0,1}} + \frac{d^2_{0,9}}{d^2_{0,1}} \right] \quad (3.13)$$

bulunan bir dizi katsayılarıdır.



Şekil 3.3 Bölümleme yöntemi için bağıl boylara göre çap ölçüm yerleri ( $l=15$  m)

### 3.2.3. İstatistik analiz ve değerlendirme

Örnek alanlardan elde edilen ölçümler ve saptanan bilgiler bilgisayarda SPSS For Windows Ver. 17.0 bilgisayar istatistik paket programından yararlanılarak bilgisayar

ortamında veri kütükleri halinde ayrı ayrı işlenerek, değerlendirilmiştir. Gerçek (göğüs boyu şekil katsayısı), yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayıları ayrı ayrı hesaplanacaktır. Gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı hacim değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı ( $\bar{d}=0$ ; farkların aritmetik ortalaması) istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenecektir (Kalıpsız, 1981). Daha sonrada değerlendirmelerde ayrıntıya girilerek sadece belirli göğüs çapı ve boy basamaklarında gelişimler ve karşılaştırmalar hem grafik hem de istatistik analizlerle ortaya koyulmuştur. İstatistik analizlerden önce veriler için homojenlik testi yapılmış ve tüm verilerin homojen dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bunun için Levene'nin homojenlik testi uygulanmıştır (Kalıpsız, 1981).

Elde edilen veriler üzerinde çok yönlü istatistik değerlendirmeler yapılmıştır. Verilere uygun regresyon denklemleri ile ilişkiler ortaya konulmuştur. Regresyon katsayılarının ve diğer model istatistiklerinin belirlenmesinde en küçük kareler yöntemini esas alan SPSS istatistik paket programının Enter yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca doğrusal olmayan regresyon denklemlerinin katsayıları non-liner yöntem ile SPSS programında çözülmüştür. Denklemlerin verilere uygunluğu varyans analizinden yararlanarak F-testi ile denetlenmiştir. Ayrıca, regresyon denklemlerine ait standart hata da hesaplanmıştır. Uygun modelin seçiminde  $R^2$ 'nin ve F değerinin yüksek olmasına dikkat edilmiştir.

Üssel fonksiyonda en küçük kareler yöntemini uygulayabilmek için fonksiyon logaritması alınarak doğrusal forma dönüştürülmüş, işlemler onun üzerine yürütülmüştür (Husch vd. 1963; Fırat, 1973). Logaritma alarak hesap yapılması nedeniyle oluşan sistematik hatanın giderilmesi için, antilogaritma alınarak bulunan değerlerin bir düzeltme faktörü ile çarpılması gerekir (Spurr, 1952; Alemdağ, 1962; Akalp 1978). Düzeltme faktörü (df) doğal logaritma dönüşümleri için denklem 3.14  $\ln$  dönüşümleri içinde denklem 3.15 ile hesaplanmaktadır.

$$df=e^{0.5*Se^2} \quad (3.14)$$

$$df=10^{1.1513*Se^2} \quad (3.15)$$

Denklemden  $e$ ; euler sayısını (2.71828),  $Se$ ; standart hatayı göstermektedir.

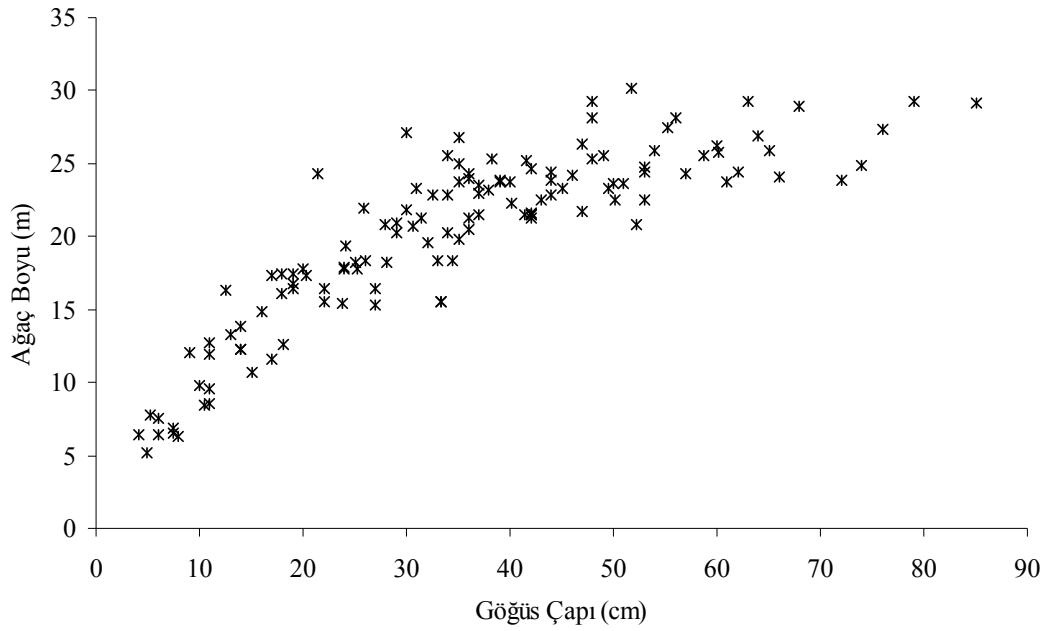
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Göğüs Çapı-Boy İlişkisi

Çap ormancılıkta ağacın en kolay ölçülen parametresidir. Çünkü bu değişkenin ölçümü kolaydır. Bu yüzden ölçümü kolay bu değişken kullanılarak ağaçlara ait ölçümü zor diğer değişkenler tahmin edilmektedir (Kalıpsız, 1984; Eler, 2004). Meşcerenin büyümesini belirlemede kullanılan bir çok simülasyon programında ormanın dikey yapısını ortaya koyma ve ağaçların hacmini belirlemede boy tahmini yapılmaktadır (Wykoff vd., 1982; Larsen ve Hann, 1987; Ritchie ve Hann, 1986; Larsen, 1994; Carus, 1998; Temesgen vd., 2006; Çatal, 2009). Boy tahminde de meşcerenin kolay ölçülen değişkeni çap kullanılmaktadır. Bu yüzden çap kullanılarak boyun tahmin edilmesinde yaygın olarak çalışılmaktadır. Ağaç boyu ile çap arasındaki ilişki meşcere ölçümünde önemli bir rol oynamaktadır. Ormancılığın ana kapitali olan ağaç hacmi gerçeğe yakın olarak ağaç çapı ve boyunun bilinmesi ile elde edilmektedir. Değişik türler ve yöreler için hazırlanmış göğüs çapına göre ağaç boyunu tahmin eden araştırmalar vardır (Monserud, 1975; Ek vd., 1984; Parresol, 1992; Colbert vd., 2002; Lootens vd., 2007).

Bu tür araştırmalar ile ağaçların boyları çaplarına göre tahmin edilmesinde değişik modeller kullanılmaktadır. Bu modellerin uygunluğuda yöreye göre ve ağaç türüne göre değişim göstermektedir. Yani bir çap-boy modelinin tüm ağaç türleri için veya aynı ağaç türünde bile tüm yayılış alanında geçerliliği söz konusu değildir. Bu yüzden ağaç türleri için yöresel olarak çap-boy ilişkisinin ortaya koyulması gerekmektedir. Çünkü çap ile boy ilişkisi ağaç türü, meşcere yaşı, bonitet, genetik özellikler ve silvikültürel işlemlere göre değişim göstermektedir (Kalıpsız, 1984; Dolph, 1989; Knowe, 1994). Göğüs yüksekliği çapı ile boy arasındaki ilişki denklemleri ile ağaçların bir noktada veya periyotta büyüme durumları ortaya koyulabilmektedir (Garcia, 1974). Ayrıca çap-boy denklemleri bir yöre veya meşcerede hacim miktarını belirlemede ağaç boyunu belirlemek için yol gösterici olmaktadır (Larsen ve Hann, 1987; Wang ve Hann 1988, Huang vd., 1992).

İkili koordinat sisteminde apsis ekseninde göğüs çapı (cm) ordinat ekseninde boy (m) işaretlenerek her bir noktanın durumu bu şekil üzerinde belirtilmiştir. Oluşan nokta bulutunun açık S eğrisi biçimindeki bir model ile ifade edilebileceği düşünülmüştür. Ağaç boyu göğüs yüksekliği çapının bir fonksiyonu olarak değişmektedir. Ağaçların göğüs çapları apsis ekseninde ve tam boyları ise ordinat ekseninde olmak üzere ikili koordinat sisteminde noktalanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Örnek ağaçlarda göğüs çapı boy ilişkisi

Noktalar dağılımına uyabilecek bazı regresyon modelleri denenmiştir. Yapılan regresyon analizleri sonucunda ağaç göğüs çapı ile ağaç boyu arasında en uygun ilişkiyi denklem 4.1. yansıttığı belirlenmiştir.

Bu çalışma ile kızılçam meşcerelerinde çap boy modelinin belirlenmesinde Monserud (1975)'in önermiş olduğu model esas alınacak ve modelin uygunluğu istatistik ve grafik olarak test edilecektir.

$$h=1,30+\exp(a_1+a_2(a_3)) \quad (4.1)$$

Denklemden h ağaç boyunu (m), d göğüs yüksekliğindeki çapı (cm),  $a_0$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  ise parametreleri göstermektedir. Denklem ilişkin sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çalışma kapsamında ilk olarak denklem 1, en küçük kareler yöntemini esas alan regresyon analizinin uygulanabilmesi için doğrusal forma dönüştürülmüştür. Dönüştürülen bu denklem üzerinden  $a_2$  değeri -0.2 olarak alınmıştır. Söz konusu katsayı yerine yazılarak  $a_0$  ve  $a_1$  değerleri uygulanacak olan doğrusal olmayan regresyon analizine ait katsayılar için başlangıç değerleri belirlenmiştir.

Elde edilen katsayıların başlangıç değerleri kullanılarak denkleme ilişkin gerçek katsayılar elde edilmiştir. Modelin verilere uygunluğunu göstermek için belirtme katsayısı ( $R^2$ ) hesaplanmıştır. Belirtme katsayısının hesaplanmasında denklem 4.2. kullanılmıştır.

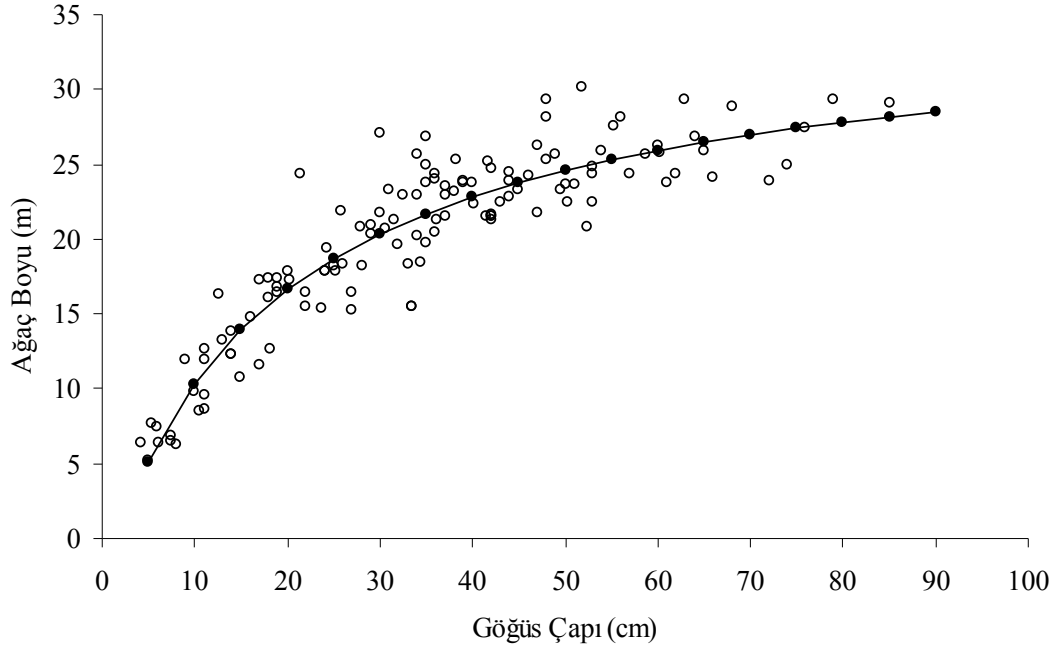
$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (4.2)$$

Formülde  $Y_i$  gözlemle elde edilen i. değeri,  $\hat{Y}_i$  modelle elde edilen i. değeri,  $\bar{Y}$  gözlemle elde edilen değerlerin aritmetik ortalamasını göstermektedir.

Çizelge 4.1 Örnek ağaçların çap-boy ilişkisine regresyon analizi sonuçları

Regresyon katsayıları			İstatistikler		
$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$	$S_{yx}$	$F_{Hesap}$
3,62771	-6,88731	-0,68014	0.858	4.263	3526,954

Modelin istatistikleri oldukça güven vericidir. Göğüs çapı ile ağaç boyu arasındaki ilişkiyi ortaya koyan model 0.001 düzeyinden önemlidir. Tek başına çap kızılcamda ağaç boyundaki değişimin yaklaşık %86'lık bir kısmını açıklayabilmektedir.

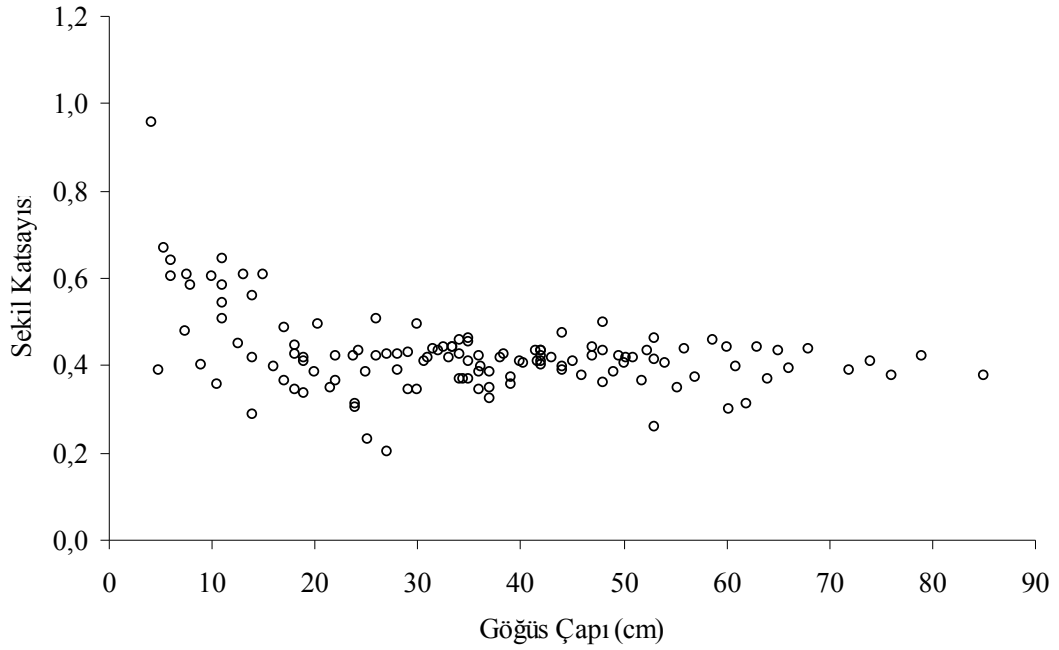


Şekil 4.2. Örnek ağaçlarda göğüs çapı boy ilişkisi

Denklem kullanılarak gerçek değer ve dengelenmiş değerler Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekildende görüleceği gibi genel hasılat kurallarına uygun olarak çap ile ağaç boyu arasındanda ilişki şekli açık S eğrisi şeklindedir. Dengelenmiş egride verileri ortalayarak temsil etmektedir. Denkleme ait iatistiklerde yeter doğruluk düzeyindedir.

#### 4.2. Göğüs Boyu Şekil Katsayısı Model Seçimi

Kızılcım meşcerelerin için çalışmamızda, göğüs boyu şekil katsayısının 27 farklı model kullanılarak en iyi şekilde tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Modeller aşağıdaki denklem numaraları ile verilmiştir. Bu modellerin içinde en uygun olanın seçimi için düzeltilmiş  $R^2$  değerinin ve F değerinin en yüksek olması esas alınmıştır (Çizelge 4.2). Göğüs boyu şekil katsayısının çapa göre değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Göğüs boyu şekil katsayısının çapa göre değişimi

Şekilden de görüleceği gibi çapa göre göğüs boyu şekil katsayısının değişimi azalan bir eğri şeklindedir. Ağaçların tepe yapıları küçükken düzgün ve dolgun bir gövde oluşturdukları görülmektedir. Ağaç çapı büyüdükçe tepe çapımında değişmesi ile şekil katsayısının azaldığı, tepeyi taşımak için dip kısımları kalınlaştırdığı anlaşılmaktadır.

Denklemler ağaç boyu ve göğüs çapına göre şekil katsayısı hesaplayanlar I.Grup olarak verilmiştir.

### **I.Grup**

$$f = a_0 + a_1 \left( \frac{1}{d^2 h} \right) + a_2 \left( \frac{1}{h} \right) + a_3 \left( \frac{1}{d^2} \right) \quad (4.3)$$

$$f = a_0 + a_1 \left( \frac{1}{d^2 h} \right) + a_2 \left( \frac{1}{dh} \right) + a_3 \left( \frac{1}{d} \right) + a_4 \left( \frac{1}{h} \right) + a_5 \left( \frac{1}{d^2} \right) \quad (4.4)$$

$$f = a_0 + a_1 \left( \frac{1}{h} \right) + a_2 \left( \frac{h}{d} \right) + a_3 \left( \frac{h}{d^2} \right) \quad (4.5)$$

$$f = \frac{(h^2)}{a_0 + a_1(dh) + a_2(d)} \quad (4.6)$$

$$f = \frac{a_1(dh) + a_2(h) + a_3(h^2) + a_4(d^2h)}{(d^2h)} \quad (4.7)$$

$$f = \frac{(d^2h)}{a_1(dh) + a_2(d^2h) + a_3(h) + a_4(dh^2) + a_5(d)} \quad (4.8)$$

Hem göğüs çapı ve ağaç boyuna göre hemde experensial olan modeller II.grup olarak değerlendirilmiştir. Bu grupta yer alan denklemler sonucunda elde edilen sonuçların düzeltme faktörü ile çarpılması gerekmektedir.

## II. Grup

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot (d) + a_2 \cdot \ln(h) \quad (4.9)$$

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot \ln(d) + a_2 \cdot (h) \quad (4.10)$$

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot \ln(d) + a_2 \cdot \ln(h) \quad (4.11)$$

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot (d^2) + a_2 \cdot (d^2 \cdot h^2) + a_3 \cdot (h^2) + a_4 \cdot (d \cdot h^2) \quad (4.12)$$

$$\ln f = a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2 + a_3 \cdot h + a_4 \cdot d \cdot h + a_5 \cdot d^2 \cdot h \quad (4.13)$$

Nisbi yüksekliğe göre göğüs boyu şekil katsayısının ilişkisi inceleme için oluşturulan denklemler III. Grup denklemler olarak verilmiştir.

## III. Grup

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.1} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) \quad (4.14)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d^2} \right) + a_2 \cdot \left( \frac{d_{0.1} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) \quad (4.15)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d^2} \right) + a_2 \cdot \left( \frac{d_{0.1} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) + a_3 \cdot \left( \frac{d_{0.5}}{d^2} \right) \quad (4.16)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d^2} \right) + a_2 \cdot \left( \frac{d_{0.1} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) + a_3 \cdot \left( \frac{d_{0.5}}{d^2} \right) + a_4 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d} \right)^2 \quad (4.17)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d^2} \right) + a_2 \cdot \left( \frac{d_{0.3} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) \quad (4.18)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left( \frac{d_{0.3}}{d^2} \right) + a_2 \cdot \left( \frac{d_{0.3} \cdot d_{0.5}}{d^2} \right) + a_3 \cdot \left( \frac{d_{0.5}}{d} \right)^2 \quad (4.19)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d^2}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{d_{0.3} \cdot d_{0.5}}{d^2}\right) + a_3 \cdot \left(\frac{d_{0.5}}{d}\right)^2 + a_4 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d}\right)^2 \quad (4.20)$$

Boyda değişken olarak formüllere uygulanarak IV. Grup formüller elde edilmektedir.

#### **IV. Grup**

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d^2}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{h}{d^2}\right) \quad (4.21)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d}\right)^2 + a_2 \cdot \left(\frac{h}{d^2}\right) \quad (4.22)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d^2}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{h}{d^2}\right) + a_3 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) \quad (4.23)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.1} d_{0.5}}{d^2}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{d_{0.5}}{d^2}\right) \quad (4.24)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.1} d_{0.5}}{d^2}\right) + a_2 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d}\right)^2 + a_3 \cdot \left(\frac{h}{d^2}\right) \quad (4.25)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{d_{0.5}}{d}\right)^2 + a_2 \cdot \left(\frac{d_{0.3}}{d}\right)^2 \quad (4.26)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \ln\left(\frac{d_{0.5}}{d}\right)^2 \quad (4.27)$$

$$f = a_0 + a_1 \cdot \ln\left(\frac{d}{h}\right) + a_2 \cdot \ln\left(\frac{d_{0.5}}{d}\right)^2 \quad (4.28)$$

Yine exponansiyel formüllerle V. Grup formüller elde edilmiştir.

#### **V. Grup**

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot \ln(d \cdot h) + a_2 \cdot \ln\left(\frac{d_{0.3} \cdot d_{0.5}}{d^2}\right) + a_3 \cdot \ln\left(\frac{d_{0.5}}{d}\right)^2 \quad (4.29)$$

$$\ln f = a_0 + a_1 \cdot \ln\left(\frac{1}{d}\right) + a_2 \cdot \ln(d_{0.5}) + a_3 \cdot \ln\left(\frac{d_{0.3} d_{0.5}}{d}\right)^2 \quad (4.30)$$

Denklemden nisbi boylar için çaplar bulunmasında enterpolasyon yöntemi uygulanmıştır. Çünkü ağaç üzerinde değişik boylar için çap elde edilmesinde her bir metrede bir çap ölçümü yapılmıştır. Nisbi boylardaki çaplar içinde söz konusu seksiyonlarda ara noktaya gelmesi durumunda en yakın çaptan enterpolasyon uygulanmıştır.

Söz konusu modeller önce doğrusal regresyon yöntemini uygulamak için doğrusal forma dönüştürülmüştür. Daha sonra doğrusal model için regresyon analizi yapılmıştır. Yapılan regresyon analizine ilişkin denklem katsayıları ve bazı istatistikler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılan modellerin çoğul regresyon analizi sonuçları

Model no	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$R^2$	$S_{yx}$	$F_{Hesap}$	$P$
(4.3)	0,38210	-99,45650	0,08886	22,67937	-	-	0,483	0,0666	38,304	0,000
(4.4)	0,35538	-189,95415	-4,17921	-3,57124	2,56399	48,97436	0,525	0,0643	26,755	0,000
(4.5)	0,43410	0,06569	-0,10012	1,49021	-	-	0,458	0,0682	34,622	0,000
(4.6)	556,03312	1,67408	-22,41076	-	-	-	0,772	0,0312	209,641	0,000
(4.7)	-	1,38217	-41,39791	1,30754	0,37898	-	0,979	0,0298	3173,375	0,000
(4.8)	-	77,00917	2,82082	335,01184	-2,48483	-924,41031	0,976	0,0382	1943,503	0,000
(4.9)	0,00235	0,00183	-0,32010	-	-	-	0,248	0,1735	20,489	0,000
(4.10)	-0,40640	-0,13140	-0,00115	-	-	-	0,216	0,1773	17,053	0,000
(4.11)	-0,16559	-0,02412	-0,21325	-	-	-	0,239	0,1746	19,520	0,000
(4.12)	-0,54308	-0,00018	-0,00001	-0,00173	0,00001	-	0,261	0,1735	10,768	0,000
(4.13)		-0,04406	0,00043	-0,04640	0,00215	-0,00002	0,987	0,0167	7105,247	0,000
(4.14)	-0,00847	0,76039	-	-	-	-	0,850	0,0356	708,234	0,000
(4.15)	0,04881	0,85248	0,61123	-	-	-	0,913	0,0272	652,960	0,000
(4.16)	0,04408	2,71079	0,63004	-2,62806	-	-	0,919	0,0263	465,340	0,000
(4.17)	0,04447	2,52025	0,59630	-2,33708	0,03247	-	0,919	0,0264	347,591	0,000
(4.18)	0,11285	1,68124	0,58937	-	-	-	0,853	0,0353	361,132	0,000
(4.19)	0,11049	1,59707	0,75843	-0,19511	-	-	0,856	0,0352	242,858	0,000
(4.20)	0,10957	1,54926	-1,17750	1,00754	0,77953	-	0,857	0,0351	182,907	0,000
(4.21)	0,33740	4,55650	-1,63779	-	-	-	0,606	0,0578	95,415	0,000
(4.22)	0,10237	0,53632	0,83109	-	-	-	0,849	0,0359	347,452	0,000
(4.23)	0,37689	7,59222	-0,35937	-4,27053	-	-	0,725	0,0486	108,309	0,000
(4.24)	0,04744	0,61201	1,13374	-	-	-	0,907	0,0281	604,890	0,000
(4.25)	0,03772	0,51355	0,13651	0,54721	-	-	0,918	0,0265	457,771	0,000
(4.26)	0,19210	0,81385	-0,03315	-	-	-	0,421	0,0701	45,113	0,000
(4.27)	0,63563	0,19647	-	-	-	-	0,278	0,0781	48,084	0,000
(4.28)	0,76969	-0,16309	0,25360	-	-	-	0,596	0,0586	91,568	0,000
(4.29)	0,31534	-0,09799	0,82155	-0,11947	-	-	0,815	0,0860	181,065	0,000
(4.30)	0,21409	0,71117	-0,31344	0,43623	-	-	0,818	0,0850	184,572	0,000

Çizelge 4.2'den de görüleceği gibi en uygun model olarak 4.13 seçilmiştir. Söz konusu modele ilişkin belirtme katsayısı 0,987 olarak bulunmuştur. Modelin F değeri de 7105,247 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu model göğüs boyu şekil katsayısındaki değişimin %98,7'sini açıklanmaktadır.

### **4.3. Çap ve Boya Göre Gövde Şekil Katsayısı Tablosu**

Ağaç gövde şekil katsayısının bir model ile tanımlanmasında şekil katsayısının ağaç boyu ve değişik çaplara göre fonksiyonunun tanımlayan en uygun model 4.13 seçilmiştir. Model ile değişik çap ve boy değerleri için şekil katsayısının değişimi çizelgesi oluşturulmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Göğüs boyu şekil katsayısının tahmininde kullanılabilir 4.13 nolu  
modele göre çift girişli tablo

d (cm)	Boy Basamakları (m)											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	0,1555	0,1686	0,1817	0,1947	0,2078	0,2209	0,2340	0,2470	0,2601	0,2732		
11	0,2057	0,2165	0,2273	0,2381	0,2489	0,2598	0,2706	0,2814	0,2922	0,3030	0,3138	0,3246
12	0,2430	0,2521	0,2612	0,2702	0,2793	0,2884	0,2975	0,3066	0,3156	0,3247	0,3338	0,3429
13	0,2713	0,2790	0,2868	0,2945	0,3022	0,3100	0,3177	0,3254	0,3332	0,3409	0,3487	0,3564
14	0,2932	0,2998	0,3065	0,3132	0,3199	0,3265	0,3332	0,3399	0,3465	0,3532	0,3599	0,3666
15	0,3104	0,3162	0,3220	0,3278	0,3336	0,3394	0,3452	0,3511	0,3569	0,3627	0,3685	0,3743
16			0,3343	0,3394	0,3445	0,3496	0,3547	0,3598	0,3649	0,3701	0,3752	0,3803
17				0,3487	0,3532	0,3578	0,3623	0,3668	0,3713	0,3759	0,3804	0,3849
18					0,3603	0,3643	0,3684	0,3724	0,3764	0,3805	0,3845	0,3885
19					0,3660	0,3696	0,3733	0,3769	0,3805	0,3841	0,3878	0,3914
20						0,3740	0,3773	0,3806	0,3838	0,3871	0,3904	0,3936
21						0,3776	0,3806	0,3835	0,3865	0,3895	0,3924	0,3954
22							0,3833	0,3860	0,3887	0,3914	0,3941	0,3968
23							0,3855	0,3880	0,3905	0,3929	0,3954	0,3979
24							0,3874	0,3897	0,3919	0,3942	0,3965	0,3987
25							0,3890	0,3910	0,3931	0,3952	0,3973	0,3994
26								0,3922	0,3941	0,3960	0,3980	0,3999
27								0,3931	0,3949	0,3967	0,3985	0,4003
28									0,3956	0,3972	0,3989	0,4006
29									0,3961	0,3976	0,3992	0,4007
30									0,3965	0,3979	0,3994	0,4008
31										0,3982	0,3995	0,4009
32										0,3983	0,3996	0,4009
33										0,3985	0,3997	0,4009
34											0,3997	0,4008
35											0,3996	0,4007
36											0,3996	0,4006
37											0,3995	0,4004
38												0,4003
39												0,4001
40												0,3999

Çizelge 4.3. (Devam)

d (cm)	Boy Basamakları (m)										
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
12	0,3520										
13	0,3641	0,3719									
14	0,3732	0,3799	0,3866								
15	0,3801	0,3859	0,3917								
16	0,3854	0,3905	0,3956	0,4007	0,4058						
17	0,3894	0,3940	0,3985	0,4030	0,4075	0,4121	0,4166				
18	0,3926	0,3966	0,4006	0,4047	0,4087	0,4127	0,4168				
19	0,3950	0,3986	0,4022	0,4059	0,4095	0,4131	0,4167				
20	0,3969	0,4002	0,4034	0,4067	0,4100	0,4132	0,4165	0,4198			
21	0,3984	0,4013	0,4043	0,4073	0,4102	0,4132	0,4162	0,4191	0,4221		
22	0,3995	0,4022	0,4049	0,4076	0,4103	0,4130	0,4157	0,4184	0,4211		
23	0,4004	0,4028	0,4053	0,4078	0,4103	0,4127	0,4152	0,4177	0,4201		
24	0,4010	0,4033	0,4056	0,4078	0,4101	0,4124	0,4146	0,4169	0,4192		
25	0,4015	0,4036	0,4057	0,4078	0,4099	0,4120	0,4141	0,4161	0,4182	0,4203	
26	0,4018	0,4038	0,4057	0,4077	0,4096	0,4115	0,4135	0,4154	0,4173	0,4193	
27	0,4021	0,4039	0,4057	0,4075	0,4093	0,4110	0,4128	0,4146	0,4164	0,4182	
28	0,4022	0,4039	0,4056	0,4072	0,4089	0,4106	0,4122	0,4139	0,4156	0,4172	
29	0,4023	0,4038	0,4054	0,4070	0,4085	0,4101	0,4116	0,4132	0,4147	0,4163	
30	0,4023	0,4038	0,4052	0,4067	0,4081	0,4096	0,4110	0,4125	0,4139	0,4154	0,4168
31	0,4023	0,4036	0,4050	0,4063	0,4077	0,4091	0,4104	0,4118	0,4131	0,4145	0,4159
32	0,4022	0,4035	0,4047	0,4060	0,4073	0,4086	0,4098	0,4111	0,4124	0,4137	0,4149
33	0,4021	0,4033	0,4045	0,4057	0,4069	0,4081	0,4093	0,4105	0,4117	0,4129	0,4141
34	0,4019	0,4030	0,4042	0,4053	0,4064	0,4076	0,4087	0,4098	0,4110	0,4121	0,4132
35	0,4018	0,4028	0,4039	0,4050	0,4060	0,4071	0,4082	0,4092	0,4103	0,4114	0,4124
36	0,4016	0,4026	0,4036	0,4046	0,4056	0,4066	0,4076	0,4086	0,4096	0,4107	0,4117
37	0,4014	0,4023	0,4033	0,4042	0,4052	0,4062	0,4071	0,4081	0,4090	0,4100	0,4109
38	0,4012	0,4021	0,4030	0,4039	0,4048	0,4057	0,4066	0,4075	0,4084	0,4093	0,4102
39	0,4010	0,4018	0,4027	0,4035	0,4044	0,4053	0,4061	0,4070	0,4078	0,4087	0,4096
40	0,4007	0,4016	0,4024	0,4032	0,4040	0,4048	0,4056	0,4065	0,4073	0,4081	0,4089
41	0,4005	0,4013	0,4021	0,4028	0,4036	0,4044	0,4052	0,4060	0,4067	0,4075	0,4083
42	0,4003	0,4010	0,4018	0,4025	0,4032	0,4040	0,4047	0,4055	0,4062	0,4070	0,4077
43	0,4000	0,4008	0,4015	0,4022	0,4029	0,4036	0,4043	0,4050	0,4057	0,4064	0,4071
44	0,3998	0,4005	0,4012	0,4018	0,4025	0,4032	0,4039	0,4045	0,4052	0,4059	0,4066
45	0,3996	0,4002	0,4009	0,4015	0,4022	0,4028	0,4035	0,4041	0,4047	0,4054	0,4060
46		0,4000	0,4006	0,4012	0,4018	0,4024	0,4031	0,4037	0,4043	0,4049	0,4055
47		0,3997	0,4003	0,4009	0,4015	0,4021	0,4027	0,4033	0,4039	0,4044	0,4050
48		0,3995	0,4000	0,4006	0,4012	0,4017	0,4023	0,4029	0,4034	0,4040	0,4046
49		0,3992	0,3997	0,4003	0,4008	0,4014	0,4019	0,4025	0,4030	0,4036	0,4041
50			0,3995	0,4000	0,4005	0,4010	0,4016	0,4021	0,4026	0,4031	0,4037

Çizelge 4.3. (Devam)

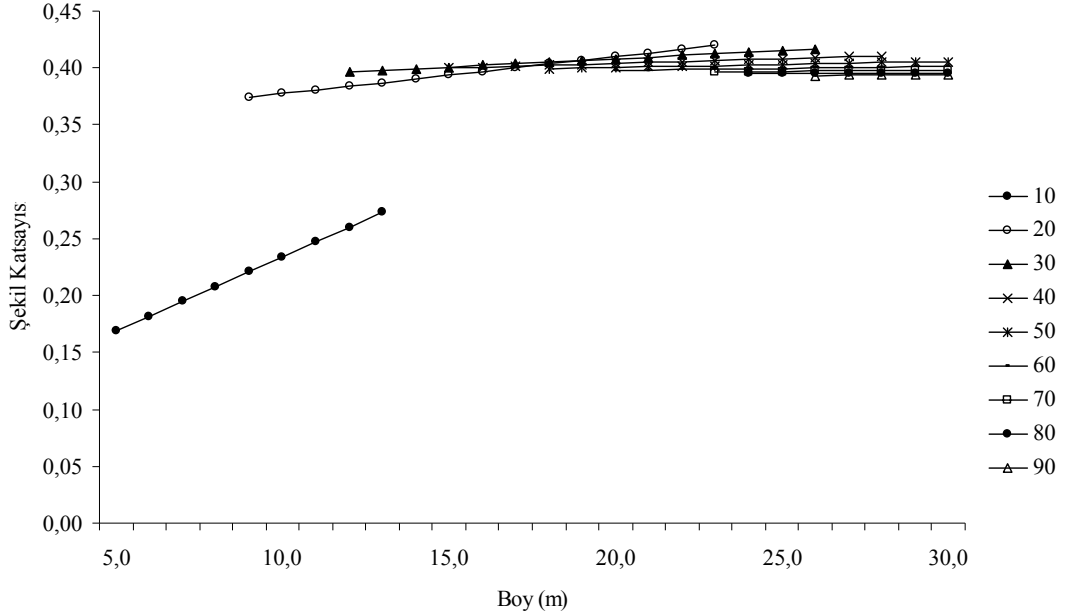
d (cm)	Boy Basamakları (m)								
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
51	0,3992	0,3997	0,4002	0,4007	0,4012	0,4017	0,4022	0,4027	0,4032
52	0,3990	0,3994	0,3999	0,4004	0,4009	0,4014	0,4019	0,4023	0,4028
53	0,3987	0,3992	0,3996	0,4001	0,4006	0,4010	0,4015	0,4020	0,4024
54		0,3989	0,3993	0,3998	0,4002	0,4007	0,4011	0,4016	0,4020
55		0,3986	0,3991	0,3995	0,3999	0,4004	0,4008	0,4012	0,4017
56		0,3984	0,3988	0,3992	0,3996	0,4001	0,4005	0,4009	0,4013
57		0,3981	0,3985	0,3989	0,3993	0,3997	0,4001	0,4005	0,4010
58		0,3979	0,3983	0,3987	0,3991	0,3994	0,3998	0,4002	0,4006
59			0,3980	0,3984	0,3988	0,3992	0,3995	0,3999	0,4003
60			0,3978	0,3981	0,3985	0,3989	0,3992	0,3996	0,4000
61			0,3975	0,3979	0,3982	0,3986	0,3989	0,3993	0,3996
62			0,3973	0,3976	0,3980	0,3983	0,3987	0,3990	0,3993
63			0,3971	0,3974	0,3977	0,3981	0,3984	0,3987	0,3991
64				0,3972	0,3975	0,3978	0,3981	0,3985	0,3988
65				0,3969	0,3973	0,3976	0,3979	0,3982	0,3985
66					0,3970	0,3973	0,3976	0,3979	0,3982
67					0,3968	0,3971	0,3974	0,3977	0,3980
68						0,3969	0,3971	0,3974	0,3977
69						0,3966	0,3969	0,3972	0,3975
70						0,3964	0,3967	0,3969	0,3972
71						0,3962	0,3965	0,3967	0,3970
72						0,3960	0,3962	0,3965	0,3967
73						0,3958	0,3960	0,3963	0,3965
74							0,3958	0,3961	0,3963
75							0,3956	0,3959	0,3961
76							0,3954	0,3957	0,3959
77							0,3952	0,3955	0,3957
78							0,3951	0,3953	0,3955
79							0,3949	0,3951	0,3953
80							0,3947	0,3949	0,3951
81							0,3945	0,3947	0,3949
82								0,3945	0,3947
83								0,3944	0,3946
84								0,3942	0,3944
85									0,3942
86									0,3941
87									0,3939

Çizelge 4.3. (Devam)

d (cm)	Boy Basamakları (m)			
	27	28	29	30
53	0,4029	0,4034	0,4038	0,4043
54	0,4025	0,4029	0,4034	0,4038
55	0,4021	0,4025	0,4030	0,4034
56	0,4017	0,4021	0,4026	0,4030
57	0,4014	0,4018	0,4022	0,4026
58	0,4010	0,4014	0,4018	0,4022
59	0,4007	0,4010	0,4014	0,4018
60	0,4003	0,4007	0,4010	0,4014
61	0,4000	0,4004	0,4007	0,4011
62	0,3997	0,4000	0,4004	0,4007
63	0,3994	0,3997	0,4000	0,4004
64	0,3991	0,3994	0,3997	0,4000
65	0,3988	0,3991	0,3994	0,3997
66	0,3985	0,3988	0,3991	0,3994
67	0,3983	0,3985	0,3988	0,3991
68	0,3980	0,3983	0,3986	0,3988
69	0,3977	0,3980	0,3983	0,3986
70	0,3975	0,3977	0,3980	0,3983
71	0,3972	0,3975	0,3978	0,3980
72	0,3970	0,3973	0,3975	0,3978
73	0,3968	0,3970	0,3973	0,3975
74	0,3965	0,3968	0,3970	0,3973
75	0,3963	0,3966	0,3968	0,3970
76	0,3961	0,3963	0,3966	0,3968
77	0,3959	0,3961	0,3963	0,3966
78	0,3957	0,3959	0,3961	0,3963
79	0,3955	0,3957	0,3959	0,3961
80	0,3953	0,3955	0,3957	0,3959
81	0,3951	0,3953	0,3955	0,3957
82	0,3949	0,3951	0,3953	0,3955
83	0,3947	0,3949	0,3951	0,3953
84	0,3946	0,3948	0,3949	0,3951
85	0,3944	0,3946	0,3948	0,3949
86	0,3942	0,3944	0,3946	0,3948
87	0,3941	0,3942	0,3944	0,3946
88	0,3939	0,3941	0,3942	0,3944
89	0,3937	0,3939	0,3941	0,3942
90	0,3936	0,3937	0,3939	0,3941

#### 4.3.1. Çap basamaklarında, boy değişimine bağlı olarak gövde şekil katsayısının değişimi

Değişik çap basamaklarında boylara göre şekil katsayısının değişimini incelemek için apsis ekseninde çaplar, ordinat ekseninde de gövde şekil katsayısı işaretlenerek her çap basamağına ait şekil katsayısı değerleri de bu koordinat sisteminde belirtilmiştir. Şekil 4.4'ten görüleceği üzere 10 cm çap basamağındaki şekil katsayısı diğer çap basamaklarına göre değişim göstermektedir. Bu çap basamağında ağaç tam olarak şekil katsayısını ortaya koyamamış ve ilerleyen çap basamaklarında artık şekil katsayısını belirli bir düzeye getirmiştir.

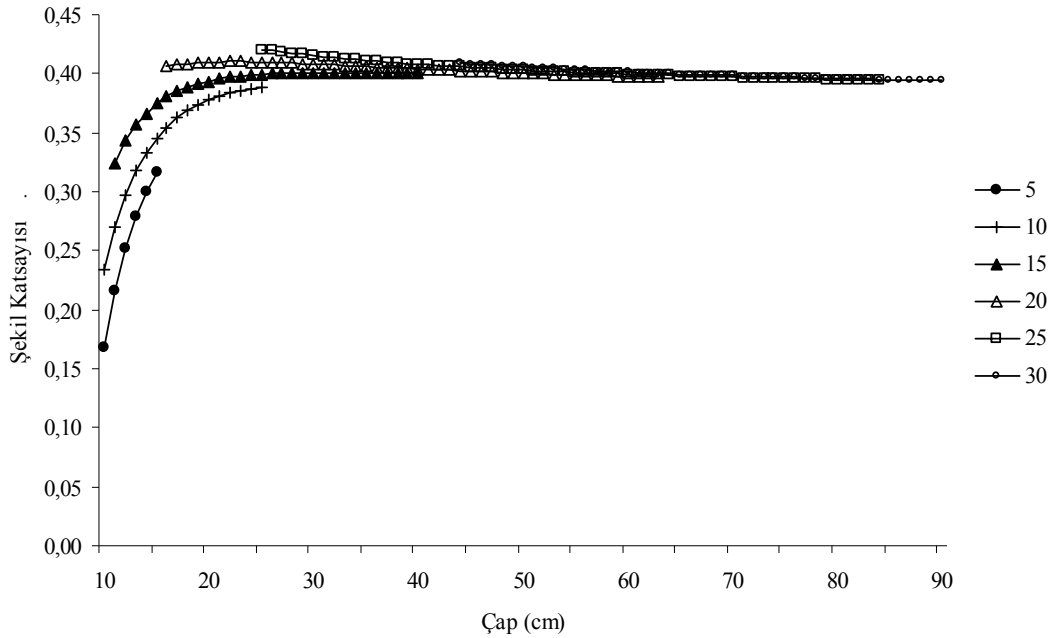


Şekil 4.4. Şekil katsayısının çap basamaklarına dağılımı

Genel olarak tüm çap basamaklarında ağaçların 0,4 şekil katsayısında kesiştiği görülmektedir.

### 4.3.2. Boy basamaklarında, çap değişimine bağlı olarak gövde şekil katsayısının değişimi

Boy basamakları için şekil katsayısının değişiminin incelenmesinde apsis ekseninde Ağaç boyları, ordinat ekseninde de gövde şekil katsayısı işaretlenerek her boy basamağına giren ağaçlardaki boy çap ve gövde şekil katsayısı değişimi incelenmiştir. Çapın artmasına bağlı olarak küçük çap basamaklarında gövde şekil katsayısının arttığı belirli bir noktadan sonra artma yapmadığı görülmektedir. Yaklaşık olarak 0,4 şekil katsayısında ağaçların yatay bir şekilde şekil katsayısına sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Şekil katsayılarının boy basamaklarına dağılımı

### 4.4. Tüm Örnek Ağaçlarda Şekil Katsayılarının Karşılaştırılması

Önce veri gurubu için Levene Testi ile homojen olup olmadıkları belirlenmiştir. Örnek ağaçlardan hesaplanan 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan şekil katsayıları ve bazı istatistikleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Şekil katsayısı gruplarına ait bazı istatistikler (n=127)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,203	1,479	0,449	0,166	37,0
$f_{0.5}$	0,141	0,547	0,353	0,077	21,8
$f_{0.1}$	0,340	1,249	0,479	0,117	24,4
$f_0$	0,109	1,023	0,305	0,108	35,4
$f_h$	0,299	0,593	0,443	0,053	12,0

Çizelge 4.4'ten görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla göğüs boyu şekil katsayısında iken en az mutlak şekil katsayısında ( $f_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon (değişim) katsayısı en fazla göğüs boyu şekil katsayısında bulunmuştur.

Çalışmamızda, örnek ağaçların tüm periyodik ölçümlere ait tüm çap, boy ve hacim ölçüleri SPSS For Windows Ver. 17.0 istatistik paket programında veri kütüklerine yazılmıştır. Daha sonra, gerçek (göğüs boyu şekil katsayısı), yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99,0 güven düzeyinde farklılık göstermiştir. Ancak Hohenadl'in şekil katsayısı %71,2 oranında göğüs boyu şekil katsayısı ile benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Şekil katsayısı grupları arasında yapılan eşleştirilmiş t- testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t-değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,958	0,171	0,015	126	6,311	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	0,030	0,117	0,010	126	2,927	0,004
$f_{1.3} - f_0$	0,143	0,124	0,011	126	13,032	0,000
$f_{1.3} - f_h$	0,006	0,188	0,017	126	0,362	0,718

Örnek ağaçlardan hesaplanan 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan şekil katsayıları,  $v = g.h.f$  modelinde yerine yazılmış ve örnek ağaçlara ait şekil katsayı hacimleri tekrar hesaplanmıştır. Hesaplanan şekil katsayısı hacimlerine ait bazı istatistikleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Şekil katsayısı gruplarında hesaplanan hacimlerine ait bazı istatistikler (n=126)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f_{1.3}}$	0,09	6,202	1,193	1,258	105,448
$v_{f_{0.5}}$	0,02	5,391	1,088	1,158	106,433
$v_{f_{0.1}}$	0,03	7,083	1,419	1,510	106,413
$v_{f_0}$	0,02	4,862	0,944	1,042	110,381
$v_{f_h}$	0,003	6,974	1,383	1,473	106,507

Çizelge 4.6’den görüleceği üzere tek ağaç hacmi ( $m^3$ ) en fazla Göğüs boyu şekil katsayısında bulunmuştur. En az hacim değeri Hohenadl’ın şekil katsayısında belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısında bulunmuştur.

Çalışmamızda, örnek ağaçların göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayılarıyla model 3.1 kullanılarak hacimleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerçek şekil katsayısı hacim değerleri ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı hacim değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacmi ile diğer tüm şekil katsayısı hacim değeri arasında %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.7. Şekil katsayıları grupları arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f_{1,3}} - v_{f_{0,5}}$	0,105	0,174	0,015	126	6,805	0,000
$v_{f_{1,3}} - v_{f_{0,1}}$	-0,227	0,307	0,027	126	-8,307	0,000
$v_{f_{1,3}} - v_{f_0}$	0,249	0,267	0,023	126	10,493	0,000
$v_{f_{1,3}} - v_{f_h}$	-0,190	0,266	0,024	126	-8,067	0,000

#### 4.5. Örnek Ağaçlarda Değişik Çap ve Boy Basamaklarında Şekil Katsayılarının Karşılaştırılması

Bir önceki başlık altında değerlendirilen çap ve boy basamaklarının belirlenen farklılık yada benzerilerinin çap olarak (ince, orta, kalın), boy olarak ise (kısa, normal, uzun) hangi basamaktan kaynaklandığı anlaşılamamaktadır. Bunu incelemek için örnek ağaçların çaplarını 20,40 ve 60 cm olarak, boylarını 10,20 ve 30 m olarak gruplara ayırmıştır.

##### 4.5.1. Değişik çap basamaklarında şekil katsayılarının karşılaştırılması

Örnek ağaçlar kullanılarak 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan 20, 40 ve 60 cm çap basamaklarındaki şekil katsayıları ve bazı istatistikleri Çizelge 4.8-4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.8'den görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında ( $f_{0,1}$ ) iken en az yapay şekil katsayısında ( $f_{0,5}$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon (değişim) katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=20 cm) ait bazı istatistikler (n=40)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,203	0,855	0,439	0,122	27,8
$f_{0.5}$	0,141	0,547	0,311	0,083	26,7
$f_{0.1}$	0,340	0,979	0,453	0,103	22,7
$f_0$	0,148	0,779	0,262	0,098	37,4
$f_h$	0,309	0,542	0,415	0,053	12,8

Çizelge 4.9'dan görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla Hohenadl'in şekil katsayısında iken en az mutlak şekil katsayısında belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısında ve en az Hohenadl şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=40 cm) ait bazı istatistikler (n=51)

Şekil katsayısı	Ağaç sayısı (adet)	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	51	0,324	0,497	0,411	0,037	9,0
$f_{0.5}$	51	0,268	0,470	0,376	0,499	132,7
$f_{0.1}$	51	0,372	0,631	0,470	0,036	7,7
$f_0$	51	0,199	0,387	0,307	0,042	13,7
$f_h$	51	0,398	0,593	0,461	0,031	6,7

Çizelge 4.10'dan görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında ( $f_{0.1}$ ) iken en az yapay şekil katsayısında ( $f_{0.5}$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısında ve en az Hohenadl şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (d=60 cm) ait bazı istatistikler (n=22)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,258	0,462	0,397	0,053	13,4
$f_{0.5}$	0,250	0,475	0,374	0,071	19,0
$f_{0.1}$	0,425	0,574	0,496	0,043	8,7
$f_0$	0,261	0,417	0,335	0,042	12,5
$f_h$	0,424	0,555	0,482	0,040	8,3

Çalışmamızda, örnek ağaçların tüm periyodik ölçümlere ait tüm çap, boy ve hacim ölçüleri SPSS For Windows Ver. 17.0 istatistik paket programında veri kütüklerine yazılmıştır. Daha sonra, gerçek, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir. İstatistik test öncesi tüm veri grubunun homojen dağılım gösterdiği Levene testi ile belirlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Çap basamaklarında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile mutlak şekil katsayısı ve yapay şekil katsayısı farklı çıkarken göğüs boyu şekil katsayısı diğer şekil katsayıları ile aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.11. Şekil katsayısı grupları (d=20 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,128	0,105	0,017	7,694	39,000	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	-0,015	0,115	0,018	-0,812	39,000	0,422
$f_{1.3} - f_0$	0,177	0,106	0,017	10,557	39,000	0,000
$f_{1.3} - f_h$	0,024	0,137	0,022	1,099	39,000	0,278

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.12’te verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.12. Şekil katsayısı grupları (d=40 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,035	0,032	0,004	7,846	50,000	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	-0,059	0,039	0,006	-10,743	50,000	0,000
$f_{1.3} - f_0$	0,104	0,041	0,006	17,977	50,000	0,000
$f_{1.3} - f_h$	-0,050	0,035	0,005	-10,227	50,000	0,000

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.0 güven düzeyinde benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.13. Şekil katsayısı grupları (d=60 cm) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,023	0,038	0,008	2,881	21,000	0,009
$f_{1.3} - f_{0.1}$	-0,100	0,053	0,011	-8,789	21,000	0,000
$f_{1.3} - f_0$	0,061	0,038	0,008	7,598	21,000	0,000
$f_{1.3} - f_h$	-0,086	0,048	0,010	-8,346	21,000	0,000

#### 4.5.2. Değişik boy basamaklarında şekil katsayılarının karşılaştırılması

Örnek ağaçlardan hesaplanan 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan 10, 20 ve 30 m boy basamaklarındaki şekil katsayıları ve bazı istatistikleri Çizelge 4.14-4.16’ da verilmiştir.

Çizelge 4.14'dan görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla göğüs boyu şekil katsayısında ( $f_{1.3}$ ) iken en az mutlak şekil katsayısında ( $f_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısında ve en az Hohenadl şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına ( $h=10$  m) ait bazı istatistikler ( $n=23$ )

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,288	1,479	0,664	0,292	44,040
$f_{0.5}$	0,141	0,547	0,342	0,111	32,349
$f_{0.1}$	0,340	1,249	0,521	0,259	49,678
$f_0$	0,109	1,023	0,328	0,231	70,208
$f_h$	0,299	0,510	0,379	0,046	12,232

Çizelge 4.15'den görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında iken en az mutlak şekil katsayısında ( $f_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısında ve en az doğal şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına ( $h=20$  m) ait bazı istatistikler ( $n=80$ )

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,203	0,508	0,399	0,053	13,295
$f_{0.5}$	0,161	0,475	0,351	0,070	20,040
$f_{0.1}$	0,342	0,584	0,465	0,041	8,907
$f_0$	0,173	0,421	0,292	0,051	17,589
$f_h$	0,309	0,542	0,451	0,041	8,985

Çizelge 4.16'den görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında iken en az mutlak şekil katsayısında ( $f_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısında ve en az Hohenadl şekil katsayısında bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Örnek ağaçlardan hesaplanan şekil katsayısı gruplarına (h=30 m) ait bazı istatistikler (n=24)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$f_{1.3}$	0,302	0,497	0,406	0,044	10,783
$f_{0.5}$	0,251	0,470	0,367	0,059	15,967
$f_{0.1}$	0,413	0,631	0,487	0,051	10,572
$f_0$	0,199	0,398	0,325	0,049	15,208
$f_h$	0,406	0,593	0,475	0,045	9,376

Çalışmamızda, örnek ağaçların tüm periyodik ölçümlere ait tüm çap, boy ve hacim ölçüleri SPSS For Windows Ver. 17.0 istatistik paket programında veri kütüklerine yazılmıştır. Daha sonra, göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayı değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

10 m boy basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.17. Şekil katsayısı grupları (h=10 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,322	0,307	0,064	5,026	22	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	0,143	0,160	0,033	4,289	22	0,000
$f_{1.3} - f_0$	0,336	0,159	0,033	10,091	22	0,000
$f_{1.3} - f_h$	0,285	0,298	0,062	4,585	22	0,000

20 m boy basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı ile diğer tüm şekil

katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.18. Şekil katsayısı grupları (h=20 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,048	0,046	0,005	9,430	79	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	-0,065	0,060	0,007	-9,811	79	0,000
$f_{1.3} - f_0$	0,107	0,061	0,007	15,725	79	0,000
$f_{1.3} - f_h$	-0,052	0,059	0,007	-7,881	79	0,000

30 m boy basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayısı ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.19. Şekil katsayısı grupları (h=30 m) arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,038	0,025	0,005	7,397	23	0,000
$f_{1.3} - f_{0.1}$	-0,081	0,039	0,008	-10,130	23	0,000
$f_{1.3} - f_0$	0,081	0,043	0,009	9,219	23	0,000
$f_{1.3} - f_h$	-0,069	0,029	0,006	-11,581	23	0,000

#### 4.5.3. Değişik çap basamaklarında şekil katsayılarına ait hacimlerin karşılaştırılması

Örnek ağaçlardan hesaplanan 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan şekil katsayıları,  $v = g.h.f$  modelinde (Formül 3.1) yerine yazılmış ve örnek ağaçlara ait şekil katsayısı hacimleri tekrar hesaplanmıştır. Örnek ağaçlardan

hesaplanan 10, 20 ve 30 cm çap basamaklarındaki şekil katsayı hacimleri ve bazı istatistikleri Çizelge 4.20-4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.20’den görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında hacim iken en az mutlak şekil katsayısında hacim ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısındaki hacim ve en az göğüs boyu şekil katsayısındaki hacim bulunmuştur.

Çizelge 4.20. Şekil katsayısı gruplarında (d=10 cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler (n=40)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f1.3}$	0,046	0,578	0,222	0,150	67,6
$v_{f0.5}$	0,018	0,512	0,173	0,131	75,7
$v_{f0.1}$	0,032	0,623	0,255	0,182	71,4
$v_{f0}$	0,016	0,375	0,145	0,106	73,1
$v_{fh}$	0,028	0,597	0,242	0,177	73,1

Çizelge 4.21’den görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında hacim iken en az mutlak şekil katsayısında hacim ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısında hacim ve en az göğüs boyu şekil katsayısında hacim bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Şekil katsayısı gruplarında (d=20 cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler (n=51)

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f1.3}$	0,598	2,305	1,151	0,436	37,9
$v_{f0.5}$	0,513	2,194	1,061	0,437	41,2
$v_{f0.1}$	0,658	2,886	1,328	0,528	39,8
$v_{f0}$	0,381	2,034	0,874	0,380	43,5
$v_{fh}$	0,643	2,712	1,302	0,515	39,6

Çizelge 4.22'dan görüleceği üzere şekil katsayısı en fazla doğal şekil katsayısında hacim ( $v_{0.1}$ ) iken en az mutlak şekil katsayısında hacim ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısında hacim ve en az hohenedl'in şekil katsayısında hacim bulunmuştur.

Çizelge 4.22. Şekil katsayısı gruplarında ( $d=30$  cm) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler ( $n=22$ )

Şekil katsayısı	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f1.3}$	1,282	4,584	2,664	0,795	29,8
$v_{f0.5}$	1,257	4,546	2,493	0,777	31,2
$v_{f0.1}$	1,959	5,798	3,336	0,941	28,2
$v_{f0}$	1,374	3,670	2,250	0,643	28,6
$v_{fh}$	1,981	5,599	3,236	0,894	27,6

Çalışmamızda, örnek ağaçların tüm periyodik ölçümlere ait tüm çap, boy ve hacim ölçüleri SPSS For Windows Ver. 17.0 istatistik paket programında veri kütüklerine yazılmıştır. Daha sonra, gerçek, yapay, doğal, mutlak ve Hohenadl şekil katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan hacim şekil katsayı hacim değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı istatistik açıdan eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir.

Çap değerlerinden 20 cm çap basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacim ile yapay şekil katsayısı ile mutlak şekil katsayısı hacimleri aritmetik ortalama bakımından %99,9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir. Göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal şekil katsayısı %99,0 güven düzeyinde farklı bulunmuştur. Hohenadl'in şekil katsayısı ile göğüs boyu şekil katsayısı %5,4 oranında benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Şekil katsayısı gruplarında (d=20 cm) hesaplanan ağaç hacimleri arasında eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f1.3} - v_{f0.5}$	0,049	0,030	0,005	10,441	39,000	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0.1}$	-0,032	0,065	0,010	-3,134	39,000	0,003
$v_{f1.3} - v_{f0}$	0,077	0,066	0,010	7,420	39,000	0,000
$v_{f1.3} - v_{fh}$	-0,020	0,063	0,010	-1,990	39,000	0,054

Çap değerlerinden 40 cm çap basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacim ile diğer tüm şekil katsayısı hacimleri aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.24. Şekil katsayıları gruplarında (d=40 cm) hesaplanan ağaç hacimleri arasında eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f1.3} - v_{f0.5}$	0,090	0,091	0,013	7,048	50,000	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0.1}$	-0,177	0,138	0,019	-9,147	50,000	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0}$	0,277	0,132	0,019	14,909	50,000	0,000
$v_{f1.3} - v_{fh}$	-0,151	0,122	0,017	-8,851	50,000	0,000

Çap değerlerinden 60 cm çap basamağı için yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacim ile diğer tüm şekil katsayısı hacimleri aritmetik ortalama bakımından %99.0 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.25. Şekil katsayıları gruplarında (d=60 cm) hesaplanan ağaç hacimleri arasında eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.5}}$	0,170	0,259	0,055	3,088	21,000	0,006
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.1}}$	-0,672	0,362	0,077	-8,701	21,000	0,000
$v_{f_{1.3}} - v_{f_0}$	0,414	0,288	0,061	6,746	21,000	0,000
$v_{f_{1.3}} - v_{f_h}$	-0,572	0,316	0,067	-8,494	21,000	0,000

#### 4.5.4. Değişik boy basamaklarında şekil katsayılarına ait hacimlerin karşılaştırılması

Örnek ağaçlardan hesaplanan 3.4, 3.7, 3.8, 3.12, 3.13 nolu formüllerle hesaplanan şekil katsayıları,  $v = g.h.f$  modelinde (Formül 3.1.) yerine yazılmış ve örnek ağaçlara ait şekil katsayıları bazında hacimler tekrar hesaplanmıştır. Hesaplanan 10, 20 ve 30 m boy basamaklarındaki şekil katsayıları ve bazı istatistikleri Çizelge 4.26-4.28'te verilmiştir.

Çizelge 4.26'den görüleceği üzere şekil katsayısı hacmi en fazla göğüs boyu şekil katsayısı hacminde ( $v_{1.3}$ ) iken en az mutlak şekil katsayısı hacminde ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla yapay şekil katsayısı hacminde ve en az göğüs boyu şekil katsayısı hacminde bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Şekil katsayısı gruplarında (h=10 m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler (n=23)

Şekil katsayısı	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f_{1.3}}$	0,009	0,137	0,060	0,042	70,155
$v_{f_{0.5}}$	0,002	0,103	0,038	0,035	90,458
$v_{f_{0.1}}$	0,003	0,140	0,052	0,041	79,412
$v_{f_0}$	0,002	0,071	0,031	0,024	78,315
$v_{f_h}$	0,003	0,127	0,045	0,040	89,154

Çizelge 4.27’den görüleceği üzere şekil katsayısı hacmi en fazla doğal şekil katsayısı hacminde iken en az mutlak şekil katsayısı hacminde ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısı hacminde ve en az göğüs boyu şekil katsayısı hacminde bulunmuştur.

Çizelge 4.27. Şekil katsayısı gruplarında ( $h=20$  m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler ( $n=80$ )

Şekil katsayısı	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f1.3}$	0,091	4,379	1,042	0,841	80,745
$v_{f0.5}$	0,061	4,132	0,961	0,816	84,884
$v_{f0.1}$	0,093	5,327	1,238	1,035	83,554
$v_{f0}$	0,035	3,073	0,809	0,696	85,955
$v_{fh}$	0,086	5,092	1,205	0,999	82,922

Çizelge 4.28’den görüleceği üzere şekil katsayısı hacmi en fazla doğal şekil katsayısı hacminde iken en az mutlak şekil katsayısı hacminde ( $v_0$ ) belirlenmiştir. Buna karşın varyasyon katsayısı en fazla mutlak şekil katsayısı hacminde ve en az doğal şekil katsayısı hacminde bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Şekil katsayısı gruplarında ( $h=30$  m) hesaplanan ağaç hacimlerine ait bazı istatistikler ( $n=24$ )

Şekil katsayısı	Aritmetik Ortalama	Standart sapma	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı (%)
$v_{f1.3}$	0,661	6,202	2,783	1,494	53,671
$v_{f0.5}$	0,513	5,391	2,516	1,330	52,886
$v_{f0.1}$	0,841	7,083	3,336	1,732	51,922
$v_{f0}$	0,381	4,862	2,271	1,245	54,832
$v_{fh}$	0,778	6,974	3,260	1,697	52,047

Çalışmamızda, gerçek şekil katsayısı ve diğer yöntemlerle hesaplanan şekil katsayısı hacim değerleri farklarının anlamlı olup olmadığı eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.29'dan verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacmi ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.0 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.29. Şekil katsayıları gruplarında (h=10 m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f1.3} - v_{f0.5}$	0,021	0,013	0,003	7,785	22	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0.1}$	0,008	0,013	0,003	3,000	22	0,007
$v_{f1.3} - v_{f0}$	0,029	0,021	0,004	6,790	22	0,000
$v_{f1.3} - v_{fh}$	0,014	0,012	0,003	5,793	22	0,000

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.30'dan verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacmi ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99.9 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.30. Şekil katsayıları gruplarında (h=20 m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t- testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f1.3} - v_{f0.5}$	0,081	0,125	0,014	5,795	79	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0.1}$	-0,196	0,254	0,028	-6,904	79	0,000
$v_{f1.3} - v_{f0}$	0,233	0,197	0,022	10,568	79	0,000
$v_{f1.3} - v_{fh}$	-0,163	0,224	0,025	-6,517	79	0,000

Yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları Çizelge 4.31'dan verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, göğüs boyu şekil katsayı hacmi ile diğer tüm şekil katsayıları aritmetik ortalama bakımından %99,0 güven düzeyinde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.31. Şekil katsayıları gruplarında (h=30 m) hesaplanan ağaç hacimleri arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Farklılıkların Ortalaması	Farkların Standart Sapması	Farkların Standart Hatası	Serbestlik Derecesi	t değeri	Olasılık
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.5}}$	0,268	0,276	0,056	4,746	23	0,000
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.1}}$	-0,553	0,356	0,073	-7,611	23	0,000
$v_{f_{1.3}} - v_{f_0}$	0,513	0,368	0,075	6,818	23	0,000
$v_{f_{1.3}} - v_{f_h}$	-0,477	0,291	0,059	-8,041	23	0,000

#### 4.6. Bulguların Bazı Ağaç Türleri ile Karşılaştırılması

Çalışmamızda değişik şekil katsayılarının karşılaştırılması sonucunda, kızılçam örnek ağaçlarının yaş, göğüs çapı, boy ve gövde hacmi bakımından oldukça farklı özelliklerde olması nedeniyle yapılan eşleştirilmiş t-testi ile göğüs boyu şekil katsayısı diğer şekil katsayıları ile % 99,9 güven düzeyinde farklı bulunmuştur.

Benzer çalışmalar yapan araştırmacılar, Rahim (2008), İran'da *Pinus taeda* L. adlı ağaç türünde 110 örnek ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı ile yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarından yapılan eşleştirilmiş t-testi ile göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı ve Hohenadl şekil katsayısı arasında %95 güven düzeyinde aritmetik ortalama bakımından benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir. Ahmadi et al. (2008), İran'da Mezarlık servisi (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*)'nde 54 örnek ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal şekil katsayısı (p= 0,361) arasında istatistik açıdan benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir. Yine, Fadaei et al. (2008), İran'da *Pinus taeda* L. ağaç türünde 110 ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı (p=0,120) ve Hohenadl şekil katsayısı (p=0,207) arasında istatistik açıdan %95 güven düzeyinde benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir.

Diğer benzer çalışmalarda örnek ağaç özellikleri arasında çalışmamızdaki kadar varyasyon (değişim) olmadığından şekil katsayıları arasında benzerlikler belirlenmiştir. Çalışmamızda şekil katsayısı benzerliklerine rastlanmamıştır.

Çalışmamızda, şekil katsayısı hacim değerleri bakımından sadece doğal ( $v_{f0.1}$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı değişik çap ve boy basamaklarında benzerlik göstermiş ve birbirlerinin yerine kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Aynı bulguya Gürocak, (2011)'da ulaşmıştır. Aynı şekilde Bonyad ve Rostami (2005), İran'da *Pinus elliotii* Engelm. adlı çam türünde 25, 27 ve 30 yaşlarındaki plantasyonlarda göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal ve yapay şekil katsayı hacim tahminleri arasında istatistik açıdan fark olmadığını belirlemiştir. Araştırma sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı yerine yapay şekil katsayısının kullanılması önerisinde bulunmuşlardır.

Bu nedenle, çalışmamızda birkez de değişik çap basamakları (20, 40 ve 60 cm) ve boy basamakları (10, 20 ve 30 m) bakımından şekil katsayıları ve şekil katsayıları hacimleri bakımından benzerlik olup olmadığı incelenmiş ve Çizelge 4.32 halinde verilmiştir. Benzer olanlar koyu ve büyük font ile gösterilmiştir. Sonuç olarakta 20 cm çaptan kalın ve 10 m boydan uzun olan ağaçlarda göğüs boyu şekil katsayısı yerine doğal şekil katsayısının kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 20 cm ve üzeri çap basamağı ile 20 m ve üzeri boy basamağı için şekil katsayısı yerine doğal ve Hohenadl şekil katsayısı kullanılabileceği belirlenmiştir. Aynı sonuçlar şekil katsayısına göre bulunan hacim değerleri içinde geçerli olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde de Gürocak (2011) değişik şekil katsayılarının karşılaştırılması sonucunda, Doğu kayını örnek ağaçlarının yaş, göğüs çapı, boy ve gövde hacmi bakımından oldukça farklı özelliklerde olması nedeniyle yapılan eşleştirilmiş t- testi ile göğüs boyu şekil katsayısı diğer şekil katsayıları ile % 99,9 güven düzeyinde farklı bulunmuştur. Çalışmada, şekil katsayısı hacim değerleri bakımından sadece doğal ( $v_{f0.1}$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı sırasıyla %63,5 ve %75,2 olasılıkla benzerlik göstermiş ve birbirlerinin yerine kullanılabilir olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı yerine yapay şekil katsayısının kullanılması önerisinde bulunulmuştur. Bu çalışmada doğal meşcereler için yapılmıştır.

Ülkemiz dışında yapılan benzer çalışmaların ağaçlandırma sahaları ve meşcere parametrelerinde varyasyonun görülmediği meşcerelerde yapılmıştır. Fakat ülkemizde yapılan çalışmalar doğal meşcerelerde yapıldığı için meşcere parametreleri fazlasıyla değişiklik göstermektedir.

Çalışmamızda birkez de değişik çap basamakları ve boy basamakları bakımından şekil katsayıları ve şekil katsayıları hacimleri bakımından benzerlik olup olmadığı incelemiş ve sonuç olarakta 15 cm çaptan kalın ve 15 m boydan uzun olan ağaçlarda göğüs boyu şekil katsayısı ve şekil katsayısı hacmi yerine doğal ve Hohenadl şekil katsayısı ve şekil katsayısı hacmi kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Şekil katsayıları ve şekil katsayısı hacim grupları arasında yapılan eşleştirilmiş t-testi sonuçları

Şekil katsayısı	Çap basamakları (cm)				Boy basamakları ( m )			
	d=10	d=20	d=30	d=40	h=10	h=20	h=30	h=40
$f_{1.3} - f_{0.5}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,828</b>
$f_{1.3} - f_{0.1}$	0,000	0,000	<b>0,575</b>	<b>0,896</b>	0,000	<b>0,031</b>	<b>0,364</b>	<b>0,999</b>
$f_{1.3} - f_0$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,003</b>
$f_{1.3} - f_h$	0,000	<b>0,154</b>	<b>0,567</b>	<b>0,534</b>	0,000	<b>0,021</b>	<b>0,377</b>	<b>0,683</b>
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.5}}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,487</b>
$v_{f_{1.3}} - v_{f_{0.1}}$	0,000	0,000	<b>0,432</b>	<b>0,797</b>	0,000	<b>0,695</b>	<b>0,965</b>	<b>0,917</b>
$v_{f_{1.3}} - v_{f_0}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,065</b>
$v_{f_{1.3}} - v_{f_h}$	0,000	<b>0,097</b>	<b>0,337</b>	<b>0,686</b>	0,000	<b>0,019</b>	<b>0,301</b>	<b>0,704</b>

Çünkü tahmindeki duyarlılık miktarı yetiştirme ortamı verim gücü, meşcere yaşı, ağaç türü ve meşcere sıklığına göre değişmektedir. Yaş ve gelişme çağlarına göre şekil katsayısının değişmeyeceği garanti edilememektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda sonucunda, gövde şekil katsayısı üzerinde etkisi olan çap, boy ve şekil katsayısı faktörleri incelenmiştir. Ve aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Gövde boyu ile gövde şekil katsayısı arasındaki ilişki (Şekil 4.1). olduğu gibidir. Denklem kullanılarak gerçek değer ve dengelenmiş değerler Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekildende görüleceği gibi genel hasılat kurallarına uygun olarak çap ile ağaç boyu arasındanda ilişki şekli açık S eğrisi şeklindedir. Dengelenmiş eğride verileri ortalayarak temsil etmektedir. Denkleme ait istatistiklerde yeter doğruluk düzeyindedir (Şekil 4.2).

Çalışmamızda değişik şekil katsayılarının karşılaştırılması sonucunda, kızılçam örnek ağaçlarının yaş, göğüs çapı, boy ve gövde hacmi bakımından oldukça farklı özelliklerde olması nedeniyle yapılan eşleştirilmiş t-testi ile göğüs boyu şekil katsayısı diğer şekil katsayıları ile % 99.9 güven düzeyinde farklı bulunmuştur.

Benzer çalışmalar yapan araştırmacılar, Rahim (2008), İran’da *Pinus taeda* L. adlı ağaç türünde 110 örnek ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı ile yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarından yapılan eşleştirilmiş t-testi ile göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı ve Hohenadl şekil katsayısı arasında %95 güven düzeyinde aritmetik ortalama bakımından benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir. Ahmadi et al. (2008), İran’da Mezarlık servisi (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*)’nde 54 örnek ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal şekil katsayısı ( $p= 0.361$ ) arasında istatistik açıdan benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir. Yine, Fadaei et al. (2008), İran’da *Pinus taeda* L. ağaç türünde 110 ağaçta göğüs boyu şekil katsayısı, yapay, doğal ve Hohenadl şekil katsayılarının değişimini incelemişlerdir. Eşleştirilmiş t-testi sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısının, yapay şekil katsayısı ( $p= 0.120$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı ( $p=0.207$ ) arasında istatistik açıdan %95 güven düzeyinde benzerlik olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda, şekil katsayısı hacim değerleri bakımından sadece doğal ( $v_{f0.1}$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı değişik çap ve boy basamaklarında benzerlik göstermiş ve birbirlerinin yerine kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Aynı bulguya Gürocak, (2011)'da ulaşmıştır. Değişik şekil katsayılarının karşılaştırılması sonucunda, Doğu kayını örnek ağaçlarının yaş, göğüs çapı, boy ve gövde hacmi bakımından oldukça farklı özelliklerde olması nedeniyle yapılan eşleştirilmiş t- testi ile göğüs boyu şekil katsayısı diğer şekil katsayıları ile % 99.9 güven düzeyinde farklı bulmuştur. Çalışmada, şekil katsayısı hacim değerleri bakımından sadece doğal ( $v_{f0.1}$ ) ve Hohenadl şekil katsayısı sırasıyla %63.5 ve %75.2 olasılıkla benzerlik göstermiş ve birbirlerinin yerine kullanılabilir olduğunu belirlemiştir. Araştırma sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı yerine yapay şekil katsayısının kullanılması önerisinde bulunulmuştur. Aynı şekilde Bonyad ve Rostami (2005), İran'da *Pinus elliotii* Engelm. adlı çam türünde 25, 27 ve 30 yaşlarındaki plantasyonlarda göğüs boyu şekil katsayısı ile doğal ve yapay şekil katsayı hacim tahminleri arasında istatistik açıdan fark olmadığını belirlemiştir. Araştırma sonucunda da göğüs boyu şekil katsayısı yerine yapay şekil katsayısının kullanılması önerisinde bulunmuşlardır.

Bu nedenle, çalışmamızda birkez de değişik çap basamakları (20, 40 ve 60 cm) ve boy basamakları (10, 20 ve 30 m) bakımından şekil katsayıları ve şekil katsayıları hacimleri bakımından benzerlik olup olmadığı incelenmiş ve Çizelge 4.32 halinde verilmiştir. Benzer olanlar koyu ve büyük font ile gösterilmiştir. Sonuç olarakta 20 cm çaptan kalın ve 10 m boydan uzun olan ağaçlarda göğüs boyu şekil katsayısı yerine doğal şekil katsayısının kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 20 cm ve üzeri çap basamağı ile 20 m ve üzeri boy basamağı için şekil katsayısı yerine doğal ve Hohenadl şekil katsayısı kullanılabileceği belirlenmiştir. Aynı sonuçlar şekil katsayısına göre bulunan hacim değerleri içinde geçerli olduğu belirlenmiştir.

Şekil katsayısı ve şekil katsayısı hacmini tahminindeki duyarlılık miktarı yetişme ortamı verim gücü, meşcere yaşı, ağaç türü ve meşcere sıklığına göre değişmektedir. Yaş ve gelişme çağlarına göre şekil katsayısının değişmeyeceği garanti edilememektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahmadi A., Fallah,A., Jalilvand, H., Kooch,Y., 2008. Determining the best form factor formula for zarbin (*cupressus sempervirence* var. *horizontalis*) in north of Iran. Asian journal of biological sciences, 1(1), 39-44.
- Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 2483/261, 145s. İstanbul.
- Akalp, T.,1983. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Buyumenin Simulasyonu. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3051/327, 169 s. İstanbul.
- Akgür, N., 1964. Dendrometrinin matematik esasları. Güven Matbaası, 76 s. Ankara.
- Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No 11, 160s. Ankara.
- Anonim, 2006. Orman varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 160 s. Ankara.
- Anonim, 2010. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemelerinin 20. yıl sonuçları. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, 91s. Antalya.
- Anonim, 2012. FSC Broşürleri, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Yayını,1 s. Muğla
- Anşin, R., 1994. Tohumlu Bitkiler *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). KTÜ Orman Fakültesi, Yayın No 122/15, 262s. Trabzon.
- Anşin, R., Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (*Spermatophyta*) Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi, Yayın No 167/19, 512s. Trabzon.
- Atalay, İ., Sezer, L.İ., Çukur, H., 1998. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No 6, 109s. İzmir.
- Ayhan, A.A., 2002. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Yolla Gençleştirilmesi. Orman Mühendisliği Dergisi, (3-4), 25-30.
- Bankovic, S., Medarevic, M., Pantic, D., 2004. Form of beech trees in coppice forests of fruska gora. Glasnik Sumarskog fakulteta, 90, 53-63.
- Bankovic, S., Medarevic, M., Pantic, D., 2007. Form of turkey oak tree stems in coppice forests of fruska gora. Glasnik Sumarskog fakulteta, 95, 23-33.

- Bonyad, A., Rostami, S.T., 2005. Study on slash pine (*pinus elliottii*) as a short rotation forestry in the north of Iran. Asian journal of environmental sciences. 1, 55-58.
- Boydak, M., 1992. Ormancılıkta Araştırma ve Uygulamam Yönleriyle Dikim Aralıklarının Anlam ve Önemi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Dergisi 19 (2), 7-17.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1981. Orman ürünlerinden faydalanma. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayını No 2840/297, 432s. İstanbul.
- Carus, S., 1998. Aynı yaşlı doğu kayını (*fagus orientalis* lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 359s. İstanbul.
- Carus, S., Çatal, Y., 2005. Yaprak Yüzeyinin Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Dip Çap ve Boy Artımı Üzerindeki Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 52-61.
- Carus, S., Çatal, Y., 2008, Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) Mescerelerinde 7-Ağaç Örnek Nokta Yöntemiyle Mescere Ağaç Sayısının Çap Basamaklarına Dağılımının Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 158-169.
- Carus, S., Çatal, Y., 2010. Doğu Kayını'nın Kabuk Kalınlığında Ağaç Yaşı, Göğüs Çapı Ve Ağaç Boyunun Etkisi III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt I, 372-380.
- Colbert, K.C., Larsen, D.R., Lootens, J.R., 2002. Height-diameter equations for thirteen midwestern bottomland hardwood species. NJAF, 19(4), 171-176.
- Çatal, Y., Gürleyik N., Karatepe, Y., Carus, S., 2005. Isparta-Gölçük Yöresi Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Mescereleri İçin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 78-90.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) Mescerelerinde Artım Ve Büyüme. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281 s., Isparta.

- Davis, B.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Volume I, University of Edinburgh Press, 74-75, Edinburgh.
- Dolph, L.D., Mori, S.R., Oliver, W. W., 1995, Height-diameter relationships for conifer species on the Blacks Mountain experimental forest, US Pacific Southwest Research Station, Research note PSW-RN-418
- Drescher, R., Schneider, P. R., Finger, C.A.G., Querioz, F.L.C., 2001. Artificial form factor of *pinus elliottii* engelm for the region of “serra do sudeste”, rio grande do sul (brazil). *Ciencia rural, santa maria*, 31(1), 37-42.
- Durkaya, B.A., 2005. Değişik Yaşlı Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ Gökürü (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Karışık Meşcerelerinde Hacım, Hacım Artım ve Hacım Artım Yüzdesinin Çap Basamaklarına Göre Değişimi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 6(1), 25-45.
- Ek, A.R., Birdsall, E.T., Spear, R.J., 1984. A simple model for estimating total and merchantable heights. USDA For. Serv., Res. Note NC-309. 5 p.
- Ek, A.R., Monserud, R.A., 1974. Trials with program FOREST: Growth and species reproduction for mixed even or uneven-aged forest stands. pp.56-73. In: Fries, J. (Ed.). Growth models for tree and stand simulation. Royal Coll. For., Res. Notes 30s.
- Eler, Ü., 2003. Dendrometri. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, No. 30, Isparta.
- Eler, Ü., 1988. Antalya bölgesi doğal kızılçam (*pinus brutia* ten.) meşcerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin artım ve büyüme yönünden etkilerinin araştırılması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, Yayın No 21, 31-40.
- Eler, Ü., 2003. Dendrometri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını No 30, 233 s., Isparta.
- Eler, Ü., Keskin, S., 1991. Antalya yöresi kızılçam (*pinus brutia* ten.) ağaçlandırma alanlarında gecikmiş ilk aralamalarda uygulanacak silvikültürel işlemin gelişme üzerine etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, Teknik Bülten Serisi No 229, 81-124.
- Erten, P., Taksın, O., 1985. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi* No 147, Ankara.

- Fadaei, F., Fallah, A., Latifi, H., Mohammadi, K., 2008. Determining the best form factor formula for loblolly pine (*pinus taeda* l.) plantations at the age of 18, in guilan-northern Iran. Asian journal of environmental sciences. 6(1), 19-24.
- Fırat F., 1973. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi Yayın No:1800/193, 359 s. İstanbul.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını No: 1800/193, 359 s. İstanbul.
- Forest Serv. Intermountain Forest and Range Exp. Sta., Ogden, Utah. Gen. Tech. Rep INT-133.
- Frankis İ., 1993. Morphology and Affinities of *Pinus brutia* Ten. Uluslararası Kızıldaam Sempozyumu 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı, 11-18, Marmaris.
- Garcia, O., 2001. Growth and Yield in British Columbia Background and Discussion. University of Northern British Columbia, 10p.
- Genç, M., 2004. Silvikültür Tekniği. SDÜ Yayın No 46, 357s. Isparta.
- Genç, M., 2006. Silvikültürel Uygulamalar. SDÜ Yayın No 68, 357s. Isparta.
- Genç, M., Güner, Ş.T., Fakir, H., 1997. Afyon-Çal Dağı Kızıldaam Meşcereleri. Orman Mühendisliği Dergisi, 34(6), 7-14.
- Gökşin, A., 2001. Kızıldaamın Botanik Özellikleri, Kızıldaam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, 52, 11-14. Ankara.
- Gürocak, H., 2011. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)’nda Bazı Ağaç Şekil Katsayılarının Göğüs Çapı Ve Boya Göre Gelişimleri Ve Karşılaştırılmaları. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Huang, S., Titus, S.J., Wiens, D.P., 1992. Comparison of nonlinear height-diameter functions for major Alberta tree species. Canadian Journal of Forest Research, 22, 1297-1304
- Husch, B., Miller, C.I., Beers, T.W., 1963. Forest Mensuration. The Ronald Pres Company, 402p., New York.
- Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 2837-294, 558 s., İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3194/354, 349 s., İstanbul.

- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3194/354, 407s. İstanbul.
- Kantarcı, D., 1982. Akdeniz Bölgesinde Doğal Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3054/330, 105s. İstanbul.
- Kayacık, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği *Gymnospermae* (Açık Tohumlular) I.Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No 1105/98, 390s. İstanbul.
- Keskin, S. Şahin, M., Abbasoğlu, E., 1996. Kızılçam Tohumunun Doğal Koşullarda Bekleme Süresi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2, 43-52.
- Kılıç, M., Güner, Ş.T., 2000. Gölhisar Kızılçam Meşceresi. Orman Mühendisliği, 37(5), 18-21.
- Knowe, S.A., 1994, Effect of competition control treatments on height-age and height-diameter relationships in young Douglas-fir plantations. Forest Ecology and Management, 67,101-111
- Larsen, D.R., 1994. Adaptable stand dynamics model integrating site- specific growth for innovative silvicultural prescriptions. Forest Ecology and Management, 69,245-257.
- Larsen, D.R., Hann, D.W., 1987. Height-diameter equations for seventeen tree species in southwest Oregon. Oregon State University, Forestry Research Laboratory, Research paper, 49.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, 2, 413-415.
- Lootens, J.R., Larsen, D.R., Shifley, S.R., 2007. Height-Diameter Equations for 12 Upland Species in The Missouri Ozark Highlands. North.J.Appl.For., 24(2), 149-152.
- Miraboğlu, M., 1955. Göknarlarda şekil ve hacim araştırmaları. Orman Genel Müdürlüğü Yayını No: 188/5, 103s. İstanbul.
- Monserud, R.A., 1975. Methodology for Simulating Wisconsin Northern Hardwood Stand Dynamics. Ph.D. thesis, University of Wisconsin, 156p. Madison.
- Neyişçi, T. 1987. Kızılçamın Doğal Yayılışı. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Kızılçam El Kitabı Serisi 2, 15-22, Ankara.

- Öner, N., ve Çakır, M., 2006. Yaprak Alanının Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bitki Çap, Boy, Hacim ve Ağırlık Artımı Üzerine Etkileri. Gazi Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 6(2), 15-30.
- Özçelik, R., 2010. Sarıçam İçin Uyumlu Gövde Çapı Ve Gövde Hacim Modeli. III Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 1, 358-366.
- Özçelik, R., 2009. Batı Akdeniz Bölgesindeki Doğal Karışık Mescereler ve Kuruluşları, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 1, 8-23.
- Papajoannou, J., 1936. Eine New Varietat Von *Pinus brutia* Ten., *Pinus brutia* Ten. var. *agrophyottii*. Extrait des Praktika de l'Académie d'Athenes, 11, 14-24.
- Parresol, B.R., 1992. Baldcypress height-diameter equations and their prediction confidence interval. Canadian Journal of Forest Research, 22, 1429-1434.
- Philip, M.S., 2002. Measuring trees and forests. Cabi publishing. 310 p. London.
- Rahim, N.S., 2008. Quantitative investigation and volume estimation for *pinus teada* in Lakan Region (guilan province-north of Iran). MSc thesis, guilan university.
- Ritchie, M.W., Hann, D.W., 1986. Development of a tree height growth model for Douglas-fir. Forest Ecology and Management, 15, 135-145.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri (Silvikültür I). İÜ Orman Fakültesi Yayın No 2187/222, 423 s. İstanbul.
- Saatçioğlu, F., Pamay, B., 1962. Adana Bölgesinin Kalkınmasında Kızılçamın (*Pinus brutia*) Önemi ve Silvikültürü. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 88-95.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz yöresi göknar meşcerelerinde artım ve büyüme. İstanbul Üniversitesi Yayını, 312s. İstanbul.
- Schiller G., 2000. Inter-and intra-specific diversity of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, Bachyus Publishers, 13-35, Leiden.
- Selik, M., 1963. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Botanik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar ve Bunların Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) Vasıfları ile Mukayesesi. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 353, 36 s. İstanbul.

- Selik, M., 1962. Eine neue Varietät von *Pinus brutia* Ten. (*Pinus brutia* Ten. var. *pyramidalis* Selik var. nov.) Sonderdruck aus Mitteilungen der Deutschen Dendrologischer Gesellschaft, Jahrbuch 1961/62, Nr.2.
- Socha, J., Kulej, M., 2005. Variation of tree form factor and taper in european larch of polish provenances tested under condition of the basked sadecki mountain range. canadian journal of forest research. 28(2), 12-21.
- Socha, J., Kulej, M., 2007. Provenance- dependent of *abies grandis* stem form factor under mountain conditions of beskid sadecki (southern poland). Canadian journal of forest research. 35(3), 1-14
- Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Company, 476p. New York.
- Sterba, H., Monserud, R.A., 1997. Applicability of the forest stand growth simulator PROGNAUS for the Austrian part of the Bohemian Massif. Ecol. Model., 98, 23-34.
- Sun, O., 1978. Bir kızılçam, (*Pinus brutia* Ten. ) ağacının simulasyonu için buyume modeli, İÜ Ormakültesi Dergisi, 1, 276-292.
- Temegen, H., Hann, D.W., Monleon, V.J., 2007. Regional Height-Diameter Equations for Major Tree Species of Southwest Oregon. West.Appl.For. 22(3), 213-219.
- Vanclay, J.K., 1994. Modelling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests. CABI Publishing, 312p. New York. USA.
- Wang, C.H., Hann, D.W., 1988. Height-diameter equations for sixteen tree species in the central western Willamette valley of Oregon. Oregon State University, Forestry Research Laboratory, Research paper 51
- Wykoff, W.R., Crookston, N.L. Stage, A.R., 1982. User's guide to the stand prognosis model. USDA
- Yaltrık, F., 1993. Dendroloji, *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3443/386, 320s. İstanbul.
- Yaltrık, F., Boydak, M., 1993. Türkiye Kızılçamlarında Genetik Çeşitlilik. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı 1-10, Marmaris.
- Yaltrık, F., Boydak, M., 2000. A New Variety of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) From Anatolia. Karaca Arboretum Magazine, Tema Dergisi, 5 (4), 173-180.

Yavuz,H., Gül, A.U., Mısır, N., Özçelik, R., Sakıcı, O.E., 2002. Meşcerelerde Çap Dağılımlarının Düzenlenmesi ve Bu Dağılımlara İlişkin Parametreler ile Çeşitli Meşcere Öğeleri Arasında İlişkilerin Belirlenmesi. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 18-19 Nisan, İstanbul.

## **EKLER**

Ek Çizelge 1. Örnek ağaçlara ait ölçüm değerleri

Örnek Ağaç	Çap (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> )	d <sub>0,0</sub> (cm)	d <sub>0,1</sub> (cm)	d <sub>0,3</sub> (cm)	d <sub>0,5</sub> (cm)	d <sub>0,7</sub> (cm)	d <sub>0,9</sub> (cm)
1	4,9	5,15	18	0,01348	6,3	5,2	3,1	2,1	2,0	1,0
2	4,2	6,44	18	0,00853	9,2	6,8	4,2	2,9	1,9	2,0
3	5,3	7,72	18	0,01482	9,5	6,8	4,4	3,6	2,5	1,0
4	6,0	7,50	20	0,01701	9,0	6,9	4,9	4,2	3,2	0,9
5	6,1	6,42	18	0,01205	11,8	8,3	4,5	3,3	2,0	1,0
6	7,5	6,84	15	0,01832	9,8	9,0	6,3	5,2	3,4	1,4
7	7,4	6,48	16	0,04121	8,9	8,3	5,7	4,0	2,7	2,3
8	8,0	6,30	22	0,01846	10,9	9,6	6,9	5,1	3,4	1,0
9	9,0	11,99	15	0,03071	17,3	9,2	5,0	3,4	2,0	1,1
10	10,5	8,47	18	0,06270	11,0	9,8	7,7	5,1	2,5	2,1
11	10,0	9,80	22	0,04660	15,0	10,3	6,3	5,3	4,0	2,2
12	11,0	11,95	26	0,06648	16,6	14,4	8,7	6,6	4,5	2,1
13	11,0	8,60	24	0,05282	18,6	14,0	9,8	7,0	6,5	2,2
14	11,0	12,70	27	0,06563	17,4	13,9	8,2	6,4	4,6	2,1
15	11,0	9,60	31	0,04628	19,0	12,4	8,7	5,3	3,7	1,5
16	12,6	16,30	30	0,09107	20,3	12,5	9,1	6,9	6,0	2,5
17	13,0	13,25	30	0,10676	19,7	16,0	11,1	8,3	6,0	3,1
18	14,0	12,30	28	0,05451	19,5	12,3	7,8	5,3	3,0	1,5
19	14,0	12,30	18	0,10599	18,6	14,3	13,1	10,4	5,9	2,1
20	14,0	13,80	19	0,08877	18,0	14,1	9,9	8,0	5,0	2,6
21	15,0	10,71	24	0,11543	21,3	17,5	13,9	10,0	7,5	3,3
22	16,0	14,80	26	0,11787	21,0	15,8	11,3	8,6	5,8	2,3
23	17,0	11,60	18	0,12844	22,8	17,7	14,2	10,3	6,3	3,7
24	17,0	17,30	38	0,14307	22,0	17,5	9,2	7,9	4,2	1,8
25	18,1	12,60	18	0,13746	26,0	17,9	13,6	9,7	4,9	2,3
26	18,0	16,10	18	0,14138	23,7	16,3	12,3	8,9	5,5	2,4
27	18,0	17,40	17	0,19722	25,3	18,6	14,1	10,5	5,9	2,7
28	19,0	17,40	18	0,20124	28,8	17,9	13,4	9,7	6,9	3,5
29	19,0	16,80	19	0,15976	22,7	16,6	11,5	9,6	7,7	2,5
30	19,0	16,40	35	0,19330	27,8	18,8	13,8	9,8	7,2	2,7
31	20,0	17,80	40	0,21624	23,1	20,0	13,3	10,5	8,4	3,6
32	20,3	17,30	34	0,27647	22,0	19,8	16,2	13,7	11,3	7,3
33	27,0	16,40	62	0,19075	21,2	17,6	14,7	10,8	9,3	4,0
34	21,5	24,30	38	0,30872	25,8	16,6	14,2	12,3	9,7	5,0
35	22,0	16,40	55	0,22815	25,4	21,2	14,3	11,2	9,6	5,1
36	22,0	15,50	60	0,24867	27,7	22,9	16,3	11,8	7,3	2,9

Ek Çizelge 1. (Devam)

Örnek Ağaç	Çap (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> )	d <sub>0,0</sub> (cm)	d <sub>0,1</sub> (cm)	d <sub>0,3</sub> (cm)	d <sub>0,5</sub> (cm)	d <sub>0,7</sub> (cm)	d <sub>0,9</sub> (cm)
37	25,2	17,80	49	0,20475	24,2	18,4	13,7	11,2	8,6	2,8
38	23,8	15,40	61	0,28854	29,0	22,5	17,5	13,8	10,5	6,7
39	24,0	17,90	35	0,25372	29,3	20,3	14,7	12,1	7,5	2,4
40	25,0	18,20	25	0,34567	32,0	23,6	18,0	13,3	8,9	3,2
41	24,0	17,80	36	0,24345	28,0	20,0	14,5	11,9	6,5	2,9
42	24,2	19,40	28	0,38546	28,0	22,3	18,5	15,2	11,8	5,6
43	25,9	21,90	56	0,48690	34,1	25,0	18,5	14,9	12,3	4,2
44	26,0	18,30	38	0,49338	35,4	26,1	21,1	17,2	12,0	4,3
45	27,0	15,30	45	0,37347	35,0	25,9	18,5	16,1	12,4	8,8
46	28,0	20,85	43	0,54488	34,6	26,2	21,6	16,5	12,4	4,0
47	28,1	18,20	53	0,43880	37,1	24,7	20,6	16,3	11,4	4,7
48	29,0	20,30	40	0,57783	36,0	28,4	21,2	17,9	12,7	4,0
49	29,0	20,90	47	0,47516	34,2	28,0	17,1	13,8	9,8	4,8
50	30,6	20,70	65	0,62599	38,3	28,9	21,2	17,9	13,6	6,0
51	30,0	21,80	56	0,76110	37,2	30,9	24,3	20,1	15,3	5,2
52	30,0	27,11	62	0,66056	39,5	26,6	18,5	15,5	11,1	4,6
53	31,0	23,35	63	0,73647	37,7	29,2	24,0	20,4	12,5	2,4
54	31,5	21,30	38	0,72973	42,0	30,9	24,4	18,8	12,9	3,5
55	32,0	19,60	66	0,68612	39,4	30,3	24,2	19,6	15,2	10,3
56	32,6	22,90	67	0,84850	39,0	32,4	25,0	21,1	14,1	5,9
57	33,4	15,50	58	0,59839	39,8	31,8	26,9	21,7	13,2	4,3
58	33,0	18,30	67	0,65436	40,3	31,5	23,2	19,3	14,1	7,1
59	34,0	20,25	57	0,84404	42,6	33,3	27,6	21,1	14,7	4,3
60	33,4	15,50	51	0,59839	39,8	31,8	26,9	21,7	13,2	4,3
61	34,0	22,90	54	0,77028	36,1	34,0	24,5	19,3	12,0	4,8
62	34,0	25,60	56	0,99142	39,4	33,8	26,4	21,5	14,6	6,7
63	34,4	18,40	44	0,62798	38,2	30,4	24,2	19,1	12,6	5,4
64	35,0	19,80	52	0,86209	39,7	34,7	27,1	22,9	16,9	5,9
65	35,0	26,80	56	1,05600	42,6	31,8	26,4	20,7	14,5	4,7
66	35,0	24,99	57	0,89158	42,2	32,1	24,3	19,9	13,4	4,0
67	35,0	23,80	52	1,05743	39,0	35,2	28,0	23,5	15,7	8,6
68	36,1	21,30	44	0,86466	46,2	31,9	26,3	20,8	15,5	6,1
69	36,0	20,46	72	0,71713	39,0	31,5	23,6	18,8	14,7	5,0
70	36,0	23,99	64	1,02898	43,5	34,2	25,0	22,2	17,2	6,3
71	36,0	24,30	77	0,95346	43,0	30,9	25,3	20,9	16,2	6,4
72	37,0	22,99	43	0,80060	43,0	32,1	23,8	19,6	12,8	4,0

Ek Çizelge 1. (Devam)

Örnek Ağaç	Çap (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> )	d <sub>0,0</sub> (cm)	d <sub>0,1</sub> (cm)	d <sub>0,3</sub> (cm)	d <sub>0,5</sub> (cm)	d <sub>0,7</sub> (cm)	d <sub>0,9</sub> (cm)
73	37,0	21,50	68	0,88770	39,5	32,9	25,8	23,6	17,8	3,6
74	37,0	23,50	41	0,88428	39,6	35,0	24,5	20,6	14,2	5,7
75	38,0	23,15	75	1,09495	42,3	35,9	28,8	24,5	16,6	6,0
76	38,3	25,30	65	1,24588	45,1	36,2	28,9	23,1	18,9	9,8
77	39,0	23,80	68	1,01726	50,0	32,9	26,9	21,6	15,8	8,5
78	39,0	23,90	48	1,06514	44,0	33,4	26,9	24,8	17,8	7,1
79	40,0	23,80	67	1,22153	48,6	38,4	29,6	22,5	15,2	5,5
80	40,2	22,30	44	1,14837	42,5	39,8	30,4	26,0	14,9	2,4
81	41,5	21,50	53	1,26061	50,6	40,2	31,4	26,1	18,4	7,8
82	41,6	25,20	52	1,40063	44,0	38,1	31,8	25,5	19,4	7,4
83	42,0	21,30	89	1,20266	48,4	40,0	31,8	25,0	15,9	4,3
84	42,0	21,60	66	1,25591	46,0	38,5	32,2	25,3	19,9	5,5
85	42,0	21,50	63	1,28869	47,5	39,7	33,1	26,2	17,8	4,4
86	42,0	21,50	59	1,28869	47,5	39,7	33,1	26,2	17,8	4,4
87	42,0	24,70	81	1,37124	47,1	38,7	31,4	25,1	18,4	6,6
88	43,0	22,50	49	1,36137	50,2	40,6	31,6	27,7	17,5	6,8
89	44,0	24,45	69	1,77017	52,0	42,3	34,1	27,8	22,1	10,9
90	44,0	23,90	54	1,40937	47,6	39,7	33,4	27,1	16,6	5,7
91	44,0	22,80	65	1,38267	50,2	41,0	33,2	28,5	15,5	3,5
92	45,0	23,30	75	1,52227	49,4	42,7	31,8	30,2	20,1	7,9
93	46,0	24,20	54	1,51252	47,0	41,2	33,5	27,2	19,1	7,8
94	47,0	21,70	48	1,66431	55,3	45,2	35,5	30,5	19,5	8,0
95	47,0	26,30	69	1,93297	54,9	44,2	35,2	29,6	21,4	10,4
96	48,0	25,30	91	2,27584	58,0	42,6	35,9	32,9	26,8	21,8
97	48,0	28,10	90	1,84286	60,0	42,6	33,4	26,6	16,3	3,3
98	48,0	29,30	88	2,30497	51,1	45,8	38,6	30,9	21,3	6,8
99	49,0	25,60	68	1,85261	54,3	44,3	35,1	29,1	22,3	6,3
100	49,6	23,30	75	1,88962	51,7	46,3	38,7	33,1	22,1	7,2
101	50,0	23,60	53	1,87392	55,4	44,8	36,6	33,9	20,5	6,7
102	53,0	22,50	89	1,28220	51,2	37,9	31,5	26,7	16,1	7,5
103	50,2	22,50	75	1,86280	57,7	44,5	38,1	31,3	20,4	7,1
104	51,8	30,15	87	2,31492	55,6	44,5	36,3	28,2	20,2	8,9
105	51,0	23,60	58	2,00484	61,0	45,9	36,3	34,1	22,0	16,9
106	52,3	20,80	69	1,93379	55,4	52,0	42,4	32,3	19,9	7,2
107	53,0	24,80	85	2,25664	60,0	50,4	40,2	32,4	19,8	5,4

Ek Çizelge 1. (Devam)

Örnek Ağaç	Çap (cm)	Boy (m)	Yaş (Yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> )	d <sub>0,0</sub> (cm)	d <sub>0,1</sub> (cm)	d <sub>0,3</sub> (cm)	d <sub>0,5</sub> (cm)	d <sub>0,7</sub> (cm)	d <sub>0,9</sub> (cm)
108	53,0	24,40	65	2,48513	55,8	49,8	44,1	36,5	24,5	9,3
109	54,0	25,90	58	2,40409	58,2	52,5	38,7	32,2	23,5	7,8
110	60,2	25,80	55	2,21332	57,2	50,7	36,5	30,2	23,9	8,5
111	55,2	27,50	62	2,30157	60,0	47,9	39,1	32,2	18,2	8,0
112	56,0	28,15	75	3,03864	62,0	48,9	42,6	36,9	29,6	14,0
113	57,0	24,30	84	2,31115	63,2	49,1	40,3	32,4	24,9	13,0
114	58,7	25,60	127	3,18228	63,1	56,4	43,6	38,9	31,2	16,1
115	60,0	26,20	91	3,26316	63,7	54,8	49,1	40,9	26,0	8,8
116	61,0	23,80	103	2,77169	68,0	51,9	42,9	40,1	28,6	18,7
117	62,0	24,40	68	2,31172	65,0	52,1	40,7	31,0	20,0	7,4
118	63,0	29,30	88	4,05195	72,3	57,2	49,2	39,2	32,5	9,2
119	64,0	26,90	93	3,18766	76,0	54,3	43,9	37,2	25,6	9,2
120	65,0	25,90	87	3,73828	68,2	61,6	50,2	39,5	31,8	16,1
121	66,0	24,10	98	3,23513	70,4	61,7	46,8	37,4	25,2	7,1
122	68,0	28,90	97	4,58390	76,0	60,5	53,6	44,9	33,6	9,2
123	72,0	23,90	79	3,79409	80,0	67,2	50,6	43,5	25,3	8,3
124	74,0	24,90	74	4,37934	89,0	67,1	54,8	46,0	31,8	9,0
125	76,0	27,40	95	4,69371	80,0	72,7	56,0	42,7	28,4	14,0
126	79,0	29,30	76	6,06238	89,6	73,8	61,7	48,4	33,7	12,6
127	85,0	29,10	80	6,20234	96,0	79,5	59,0	47,6	34,1	11,2

Ek Çizelge 2. Örnek ağaçların şekil katsayı ve hacimlere ait hesaplanan değerler

Ağaç No	$f_{1,3}$	$f_h$	$f_{0,0}$	$f_{0,1}$	$f_{0,5}$	$v_{1,3}$	$v_h$	$v_{0,0}$	$v_{0,1}$	$v_{0,5}$
1	1,389	0,343	0,840	1,249	0,191	0,013	0,003	0,008	0,012	0,002
2	0,957	0,344	0,199	0,363	0,463	0,009	0,003	0,002	0,003	0,004
3	0,871	0,371	0,271	0,529	0,450	0,015	0,006	0,005	0,009	0,008
4	0,803	0,420	0,357	0,607	0,484	0,017	0,009	0,008	0,013	0,010
5	0,642	0,305	0,172	0,344	0,286	0,012	0,006	0,003	0,006	0,005
6	0,607	0,396	0,355	0,417	0,475	0,018	0,012	0,011	0,013	0,014
7	1,479	0,380	1,023	1,190	0,294	0,041	0,011	0,028	0,033	0,008
8	0,583	0,390	0,314	0,407	0,412	0,018	0,012	0,010	0,013	0,013
9	0,403	0,299	0,109	0,382	0,143	0,031	0,023	0,008	0,029	0,011
10	0,855	0,399	0,779	0,979	0,240	0,063	0,029	0,057	0,072	0,018
11	0,606	0,367	0,269	0,571	0,281	0,047	0,028	0,021	0,044	0,022
12	0,586	0,340	0,257	0,341	0,362	0,066	0,039	0,029	0,039	0,041
13	0,647	0,395	0,226	0,397	0,404	0,053	0,032	0,018	0,032	0,033
14	0,544	0,337	0,217	0,340	0,334	0,066	0,041	0,026	0,041	0,040
15	0,507	0,357	0,170	0,401	0,236	0,046	0,033	0,016	0,037	0,021
16	0,448	0,422	0,173	0,456	0,299	0,091	0,086	0,035	0,093	0,061
17	0,607	0,384	0,264	0,400	0,406	0,107	0,068	0,046	0,070	0,071
18	0,288	0,331	0,148	0,372	0,141	0,055	0,063	0,028	0,070	0,027
19	0,560	0,510	0,317	0,535	0,547	0,106	0,096	0,060	0,101	0,103
20	0,418	0,397	0,253	0,413	0,330	0,089	0,084	0,054	0,088	0,070
21	0,610	0,436	0,303	0,449	0,443	0,115	0,083	0,057	0,085	0,084
22	0,396	0,393	0,230	0,408	0,292	0,118	0,117	0,068	0,121	0,087
23	0,488	0,430	0,271	0,448	0,366	0,128	0,113	0,071	0,118	0,096
24	0,365	0,309	0,218	0,342	0,217	0,143	0,121	0,085	0,134	0,085
25	0,424	0,393	0,206	0,432	0,289	0,137	0,127	0,067	0,140	0,094
26	0,345	0,399	0,199	0,419	0,244	0,141	0,163	0,082	0,172	0,100
27	0,446	0,404	0,226	0,419	0,341	0,197	0,179	0,100	0,185	0,151
28	0,408	0,408	0,178	0,460	0,263	0,201	0,201	0,088	0,227	0,130
29	0,336	0,409	0,235	0,439	0,253	0,160	0,195	0,112	0,209	0,121
30	0,416	0,394	0,194	0,424	0,268	0,193	0,183	0,090	0,197	0,125
31	0,387	0,386	0,290	0,388	0,274	0,216	0,215	0,162	0,217	0,153
32	0,494	0,524	0,421	0,521	0,456	0,276	0,293	0,235	0,292	0,255
33	0,203	0,481	0,330	0,477	0,161	0,191	0,452	0,309	0,448	0,151
34	0,350	0,542	0,243	0,584	0,328	0,309	0,478	0,214	0,515	0,289
35	0,366	0,399	0,275	0,394	0,260	0,228	0,249	0,171	0,245	0,162
36	0,422	0,377	0,266	0,391	0,286	0,249	0,222	0,157	0,230	0,169
37	0,231	0,433	0,250	0,433	0,197	0,205	0,384	0,222	0,384	0,175
38	0,421	0,458	0,284	0,473	0,334	0,289	0,314	0,194	0,324	0,229
39	0,313	0,405	0,210	0,438	0,253	0,254	0,328	0,170	0,355	0,205
40	0,387	0,411	0,236	0,433	0,283	0,346	0,367	0,211	0,387	0,252
41	0,302	0,401	0,222	0,435	0,244	0,243	0,323	0,179	0,350	0,197

Ek Çizelge 2. (Devamı)

Ağaç No	f <sub>1,3</sub>	f <sub>h</sub>	f <sub>0,0</sub>	f <sub>0,1</sub>	f <sub>0,5</sub>	v <sub>1,3</sub>	v <sub>h</sub>	v <sub>0,0</sub>	v <sub>0,1</sub>	v <sub>0,5</sub>
42	0,432	0,499	0,323	0,510	0,393	0,385	0,445	0,288	0,455	0,351
43	0,422	0,435	0,244	0,454	0,330	0,487	0,502	0,281	0,523	0,380
44	0,508	0,464	0,274	0,503	0,436	0,493	0,451	0,266	0,488	0,424
45	0,427	0,448	0,254	0,463	0,354	0,373	0,392	0,222	0,405	0,310
46	0,425	0,465	0,278	0,485	0,346	0,545	0,597	0,357	0,623	0,444
47	0,389	0,476	0,223	0,503	0,337	0,439	0,536	0,252	0,568	0,380
48	0,431	0,434	0,280	0,448	0,382	0,578	0,582	0,375	0,601	0,512
49	0,344	0,353	0,248	0,369	0,227	0,475	0,487	0,342	0,509	0,313
50	0,411	0,437	0,263	0,463	0,341	0,626	0,665	0,400	0,704	0,518
51	0,494	0,462	0,321	0,465	0,447	0,761	0,711	0,495	0,716	0,688
52	0,345	0,406	0,199	0,439	0,268	0,661	0,778	0,381	0,841	0,513
53	0,418	0,470	0,283	0,470	0,433	0,736	0,828	0,498	0,828	0,763
54	0,440	0,436	0,247	0,458	0,355	0,730	0,723	0,410	0,760	0,589
55	0,435	0,485	0,287	0,487	0,376	0,686	0,764	0,453	0,767	0,592
56	0,444	0,448	0,310	0,450	0,417	0,848	0,856	0,593	0,860	0,797
57	0,441	0,474	0,310	0,485	0,423	0,598	0,643	0,421	0,658	0,574
58	0,418	0,433	0,280	0,458	0,343	0,654	0,678	0,439	0,717	0,537
59	0,459	0,460	0,293	0,480	0,385	0,844	0,845	0,538	0,882	0,707
60	0,441	0,474	0,310	0,485	0,423	0,598	0,643	0,421	0,658	0,574
61	0,371	0,398	0,329	0,372	0,324	0,770	0,826	0,683	0,772	0,673
62	0,427	0,448	0,318	0,432	0,401	0,991	1,041	0,738	1,004	0,932
63	0,367	0,446	0,298	0,469	0,310	0,628	0,762	0,509	0,802	0,529
64	0,453	0,461	0,352	0,460	0,426	0,862	0,879	0,670	0,876	0,812
65	0,410	0,469	0,277	0,498	0,349	1,056	1,208	0,713	1,282	0,900
66	0,371	0,428	0,255	0,441	0,322	0,892	1,029	0,613	1,060	0,773
67	0,462	0,467	0,372	0,456	0,450	1,057	1,068	0,852	1,044	1,031
68	0,397	0,476	0,242	0,509	0,332	0,865	1,037	0,528	1,109	0,723
69	0,345	0,432	0,294	0,451	0,273	0,717	0,900	0,611	0,939	0,568
70	0,422	0,448	0,289	0,467	0,380	1,029	1,093	0,705	1,139	0,928
71	0,386	0,489	0,270	0,523	0,338	0,953	1,209	0,668	1,293	0,835
72	0,324	0,420	0,240	0,431	0,281	0,801	1,037	0,593	1,065	0,694
73	0,384	0,486	0,337	0,485	0,407	0,888	1,122	0,779	1,120	0,940
74	0,350	0,406	0,306	0,392	0,308	0,884	1,024	0,772	0,990	0,779
75	0,417	0,471	0,337	0,469	0,416	1,095	1,236	0,884	1,230	1,092
76	0,428	0,479	0,308	0,479	0,365	1,246	1,394	0,899	1,395	1,063
77	0,358	0,479	0,218	0,502	0,308	1,017	1,361	0,619	1,426	0,874
78	0,373	0,506	0,293	0,510	0,404	1,065	1,445	0,837	1,455	1,154
79	0,409	0,423	0,277	0,444	0,315	1,222	1,263	0,827	1,328	0,942
80	0,406	0,430	0,363	0,414	0,418	1,148	1,218	1,027	1,171	1,183
81	0,434	0,455	0,292	0,461	0,395	1,261	1,322	0,848	1,341	1,148
82	0,409	0,488	0,366	0,488	0,376	1,401	1,672	1,252	1,671	1,286
83	0,408	0,438	0,307	0,449	0,354	1,203	1,293	0,906	1,325	1,045

Ek Çizelge 2. (Devamı)

Ağaç No	$f_{1,3}$	$f_h$	$f_{0,0}$	$f_{0,1}$	$f_{0,5}$	$v_{1,3}$	$v_h$	$v_{0,0}$	$v_{0,1}$	$v_{0,5}$
84	0,420	0,483	0,350	0,499	0,362	1,256	1,446	1,047	1,493	1,082
85	0,433	0,468	0,338	0,483	0,389	1,289	1,392	1,008	1,439	1,159
86	0,433	0,468	0,338	0,483	0,389	1,289	1,392	1,008	1,439	1,159
87	0,401	0,466	0,319	0,471	0,358	1,371	1,595	1,090	1,612	1,224
88	0,417	0,457	0,306	0,467	0,416	1,361	1,493	0,999	1,525	1,358
89	0,476	0,484	0,341	0,516	0,400	1,770	1,800	1,267	1,917	1,485
90	0,388	0,475	0,332	0,477	0,380	1,409	1,723	1,204	1,734	1,379
91	0,399	0,457	0,307	0,459	0,419	1,383	1,584	1,062	1,591	1,452
92	0,411	0,463	0,341	0,457	0,451	1,522	1,713	1,263	1,693	1,669
93	0,376	0,470	0,360	0,470	0,350	1,513	1,889	1,449	1,889	1,405
94	0,442	0,458	0,319	0,478	0,422	1,664	1,724	1,202	1,799	1,587
95	0,424	0,475	0,311	0,480	0,398	1,933	2,167	1,417	2,187	1,814
96	0,497	0,593	0,341	0,631	0,470	2,276	2,712	1,559	2,886	2,149
97	0,363	0,431	0,232	0,461	0,307	1,843	2,192	1,179	2,343	1,558
98	0,435	0,480	0,384	0,478	0,414	2,305	2,545	2,034	2,531	2,194
99	0,384	0,466	0,313	0,469	0,353	1,853	2,250	1,509	2,264	1,702
100	0,420	0,493	0,387	0,483	0,447	1,890	2,219	1,739	2,171	2,009
101	0,405	0,495	0,330	0,505	0,461	1,874	2,293	1,526	2,339	2,134
102	0,258	0,482	0,277	0,507	0,253	1,282	2,390	1,374	2,514	1,257
103	0,419	0,493	0,317	0,534	0,389	1,863	2,195	1,410	2,376	1,730
104	0,365	0,463	0,316	0,494	0,297	2,315	2,942	2,009	3,139	1,889
105	0,416	0,508	0,291	0,513	0,447	2,005	2,449	1,401	2,473	2,154
106	0,433	0,444	0,386	0,439	0,382	1,934	1,981	1,723	1,959	1,706
107	0,413	0,443	0,322	0,457	0,373	2,257	2,424	1,761	2,499	2,041
108	0,462	0,520	0,417	0,523	0,475	2,485	2,796	2,242	2,817	2,555
109	0,406	0,428	0,349	0,429	0,356	2,404	2,540	2,070	2,543	2,113
110	0,302	0,424	0,334	0,425	0,251	2,213	3,113	2,452	3,120	1,841
111	0,350	0,458	0,296	0,465	0,340	2,302	3,014	1,948	3,060	2,238
112	0,438	0,555	0,358	0,574	0,435	3,039	3,844	2,479	3,981	3,013
113	0,373	0,488	0,303	0,504	0,323	2,311	3,024	1,880	3,121	2,002
114	0,460	0,492	0,398	0,497	0,439	3,182	3,405	2,754	3,442	3,038
115	0,441	0,523	0,391	0,529	0,465	3,263	3,869	2,895	3,918	3,446
116	0,399	0,542	0,321	0,550	0,432	2,772	3,768	2,230	3,827	3,004
117	0,314	0,426	0,286	0,444	0,250	2,312	3,140	2,103	3,272	1,841
118	0,444	0,511	0,337	0,538	0,387	4,052	4,668	3,077	4,914	3,531
119	0,369	0,474	0,261	0,511	0,338	3,188	4,104	2,260	4,423	2,928
120	0,435	0,482	0,395	0,484	0,369	3,738	4,137	3,396	4,157	3,172
121	0,393	0,425	0,345	0,449	0,322	3,235	3,501	2,843	3,704	2,651
122	0,437	0,534	0,350	0,553	0,436	4,584	5,599	3,670	5,798	4,576
123	0,390	0,428	0,316	0,448	0,365	3,794	4,167	3,073	4,357	3,549
124	0,409	0,476	0,283	0,498	0,386	4,379	5,092	3,028	5,327	4,132
125	0,378	0,426	0,341	0,413	0,315	4,694	5,288	4,236	5,134	3,914
126	0,422	0,473	0,328	0,484	0,376	6,062	6,795	4,713	6,948	5,391
127	0,376	0,423	0,295	0,429	0,314	6,202	6,974	4,862	7,083	5,177

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Celalettin SARIKAYA

Doğum Yeri ve Yılı : Kangal-1972

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu ve Yılı

Lise : Sivas Halil Rıfat Paşa Lisesi-1990

Lisans : KTÜ Orman Fakültesi-1995

Yüksek Lisans : SDÜ Orman Fakültesi-Devam

Çalıştığı Kurum ve Yıl

Aydın Orman İşletme Müdürlüğü: 1997-2003

Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü: 2003-