

T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE SONUÇ RAPORU

**Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) Gövde Hacim ve Artım Tablolarının Düzenlenmesi:
Marmara Bölgesi**

10.3202/2020-2022-2023

Dr. Abbas ŞAHİN
Ramazan AKBULUT
Ali EKŞİ
Zeynel KAYNAKÇI

Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

KASIM / 2023
İSTANBUL / TÜRKİYE

ÖNSÖZ

“Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) Gövde Hacim ve Artım Tablolarının Düzenlenmesi: Marmara Bölgesi” adlı bu araştırma projesi Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünün yürütücülüğünde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmayla, Marmara Bölgesinde doğal yayılış gösteren, aynı yaşlı, saf, sürgünden yetişmiş saçlı meşe meşcereleri için; *tek* ve *çift girişli gövde hacim tabloları* ile *hacim artımları* elde edilmiştir. Projenin çalışma alanını Saçlı meşenin Marmara Bölgesindeki yayılış alanı, çalışmanın materyalini ise çalışma alanındaki Saçlı meşe meşcerelerinden elde edilen veriler oluşturmuştur. Çıktıların elde edilmesinde, sürgünden yetişmiş saçlı meşe meşcerelerinin değişik yetiştirme ortamlarından ve değişik yaş sınıflarından örnek alanlar belirlenmiş ve bu alanlardan gövde analizi için seçilen örnek ağaçlardan yararlanılmıştır.

Bu araştırma sonuçlarının ülke ormancılığına önemli katkı sağlayacağı bilinciyle, çalışmaya maddi ve manevi anlamda destek olan Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Enstitü Müdürü Dr. Mehmet ÖZDEMİR ile çalışmaya emeği geçen tüm teknik, idari ve yardımcı personeline teşekkür ederiz.

Arazi çalışmalarına katkılarından dolayı Enstitü Müdürlüğü şoförleri Ömer SERT ile Kadri KAÇAR'a çok teşekkür ederiz.

Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için zaman alıcı, emek gerektiren bir veri toplama aşamasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda arazi çalışmalarında yerel ormancılık birimlerinde görevli personelden de yardım alınmıştır. Araştırma kapsamında yer alan başta İstanbul, Sakarya, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü, İşletme ve Şeflik yöneticileri ile arazide çalışan işçilerine bizlere göstermiş oldukları ilgi, katkı ve destekleri için çok teşekkür ederiz.

Çalışmanın, özellikle ormancılık yönetim ve karar alma mekanizmalarında bulunan idari ve teknik personele ve tüm doğal kaynak yönetici ve çalışanlarına yararlı olmasını diliyoruz.

Proje Ekibi

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	2
KISALTMALAR.....	4
ÇİZELGELER	6
ŞEKİLLER	6
ÖZ.....	7
ABSTRACT	8
1. GİRİŞ.....	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
2.1. Meşe Ormanlarının Genel Yayılışı	10
2.2. Saçlı Meşenin Genel Yayılışı	10
2.3. Saçlı Meşenin Ülkemizdeki Yayılışı	10
2.4. Saçlı Meşenin Yetiştirme Ortamı Özellikleri	11
2.5. Saçlı Meşenin Botanik Özellikleri	12
2.6. Saçlı Meşe Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri	13
2.7. Hacim Tabloları ile İlgili Araştırmalar	13
2.8. Meşe Hacim Tabloları ile İlgili Araştırmalar.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	21
3.2. Materyal.....	22
3.3. Araştırma Yöntemi	23
3.3.1. Örnek Alanların Sayısı, Yerleri, Şekli ve Büyüklüğü.....	23
3.3.2. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçme ve Tespitler.....	23
3.3.3. Örnek Ağaçlarda Yapılan Ölçme ve Tespitler	24
3.3.4. Gövde Analizi ile İlgili Ölçümler	27
3.3.5. Örnek Ağaçlardaki Ölçümlerin Değerlendirilmesi	28
3.3.6. Gövde Analizi ve Hesaplamalar	28
3.3.7. Hacimlerin Hesaplanması	31
3.3.8. Hacim Tablolarının Düzenlenmesi	32
3.3.9. Değerlendirme Yöntemleri	33
3.3.9.1. <i>En uygun modellerin seçimi</i>	33
3.3.9.2. <i>Seçilen modellerin uygunluğunun denetlenmesi</i>	35
3.3.10. Artım Yüzdesinin Hesaplanması	36
3.3.11. Bonitet Endekslerinin Belirlenmesi	36
4. BULGULAR.....	38
4.1. Örnek Alanların Bonitet Sınıflarının Belirlenmesi	38
4.2. Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi	39

4.2.1. Kabuklu Göğüs Çapı ile Kabuksuz Göğüs Çapı İlişkisi	39
4.2.2. Çift Kabuk Kalınlığı ile Göğüs Çapı İlişkisi	41
4.2.3. Ağaç Gövde Boyu ile Ağaç Boyu İlişkisi	43
4.2.4. Göğüs Boyu Şekil Katsayısı ile Göğüs Çapı İlişkisi	45
4.2.5. Tek Girişli Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi	47
4.2.6. Çift Girişli Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi	47
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
ÖZET	51
SUMMARY	51
KAYNAKÇA	52
EKLER	57

KISALTMALAR

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: Regresyon denkleminin ait sabit ve regresyon yükü değerleri
b	: Üslü hacim fonksiyonunun regresyon yükü değeri
BOE	: Bonitet endeksi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
\bar{D}	: Ortalama hata
$ \bar{D} $: Ortalama mutlak hata
d_{kbsz}	: Kabuksuz göğüs çapı
d_{kbl}	: Kabuklu göğüs çapı
$d_{0,30}$: Kütük yüksekliği kabuklu çapı
$d_{1,30}$: Göğüs yüksekliği kabuklu çapı
$d_{\bar{g}}$: Meşcere göğüs yüzeyi orta ağacı çapı
ε	: Regresyon denkleminin hata terimi; rastlantı değişkeni
F	: F test değeri
$f_{1,30}$: Göğüs boyu gövde şekil katsayısı
$g_{1,30}$: $d_{1,30}$ yüksekliğindeki ağacın göğüs yüzeyi
$\bar{g}_{1,30}$: Meşcere orta ağacı göğüs yüzeyi
G	: Meşcere göğüs yüzeyi
h	: Toplam ağaç boyu
h_m	: Ağaç gövde boyu (gövde boyu uç kısmının 4 cm'ye düştüğü yer)
$h_{\bar{g}}$: Meşcere orta boyu
$h_{üst}$: Üst boy (Ölçümü yapılan ağaçların ortalamaları)
$h_{\bar{u}}$: Meşcere üst boy (Denklemden elde edilen)
i_d	: Çap artımı
$i_{d_{kbl}}$: Kabuklu çap artımı
$i_{d_{kbsz}}$: Kabuksuz çap artımı
i_h	: Boy artımı
i_v	: Hacim artımı
Kbf	: Kabuk faktörü
p (<i>Sig.</i>)	: Anlamlılık değeri-düzeyi
π	: Pi katsayısı (3,14159...)
n	: Gözlem sayısı; Periyot uzunluğu
N	: Örnek ağaç sayısı
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
ÖAB	: Örnek alan büyüklüğü
P_v	: Hacim artım yüzdesi
r	: Şekil üssü (0 = Silindir, 1 = Paraboloid, 2 = Koni, 3 = Nayloid)
R	: İlişki (korelasyon) katsayısı
R^2	: Belirtme katsayısı
SE	: Standart hata
S_D	: Hataların standart sapması
SD	: Sıklık Derecesi
t	: Ağaç yaşı
T	: Meşcere ortalama yaşı
t_R	: t test değeri
UTM-ED1950	: Universal Transvers Mercator-European Datum-1950

v	: Ağaç hacmi
V	: Meşcere hacmi
%PVE	: Açıklanan varyans yüzdesi
%P_{A.H}	: Genel verim içindeki ara hasılat oranı
%TH	: Toplam hata yüzdesi
%MH	: Ortalama mutlak hata yüzdesi
Σ	: Toplam
2b	: Çift kabuk kalınlığı

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. En çok kullanılan hacim fonksiyonları (Loetsch et al., 1973)	16
Çizelge 2.2. Türkiye’de ibre yapraklı türlerle ilgili düzenlenmiş hacim tabloları	17
Çizelge 2.3. Türkiye’de geniş yapraklı türlerle ilgili düzenlenmiş hacim tabloları	18
Çizelge 3.1. Hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan periyodik ağaç boylarının, periyodik yaşlara göre dağılımları	25
Çizelge 3.2. Hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan periyodik ağaçların çap-boy dağılımı	26
Çizelge 3.3. Örnek alanların ve örnek noktaların ölçülen üst boylarının yaş sınıflarına dağılımı.	37
Çizelge 4.1. Bonitet sınıflarının alt, üst ve sınıf ortası endeksleri.....	38
Çizelge 4.2. Örnek alanların yaş ve bonitet sınıflarına dağılışı.....	38
Çizelge 4.3. Örnek ağaçların yaş ve bonitet sınıflarına dağılışı	38
Çizelge 4.4. Kabuklu göğüs çapı ve kabuksuz göğüs çapı ilişkisine ait istatistikler.....	40
Çizelge 4.5. Kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları.....	41
Çizelge 4.6. Kabuklu göğüs çapı ve çift kabuk kalınlığı ilişkisine ait istatistikler	41
Çizelge 4.7. Kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları.....	42
Çizelge 4.8. Ağaç gövde boyu ile ağaç boyu ilişkisini veren denkleme ait istatistikler	44
Çizelge 4.9. Kabuklu göğüs çapı ile göğüs boyu şekil katsayısı ilişkisine ait istatistikler.....	46
Çizelge 4.10. En iyi sonuç veren tek girişli hacim denklemine ait istatistikler.....	47
Çizelge 4.11. En iyi sonuç veren çift girişli hacim denklemine ait istatistikler	48

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Saçlı Meşenin (<i>Quercus cerris</i> L.) dünyadaki genel yayılışı (Kaynak: EUFORGEN).....	11
Şekil 3.1. Çalışmanın kapsamı olan Marmara Bölgesinin alt coğrafi bölgelere göre ayrılması, saçlı meşenin yayılışı ve araştırma alanının coğrafi konumu (Saygılı, 2015)	21
Şekil 3.2. Marmara Bölgesindeki Meşe ve Saçlı Meşe (<i>Quercus cerris</i> L.) ormanlarının yayılışı (Şahin, 2019).....	22
Şekil 3.3. Örnek alanlarda yapılan arazi çalışmaları	24
Şekil 3.4. Örnek ağaçların seksiyonlara ayrılması, kesitlerin alınması ve ölçümlerin yapılması	27
Şekil 3.5. Kesitlerin gövde analiz sonuçlarından yararlanarak yaşın belirlenmesi.	28
Şekil 3.6. Gövde analizi iş akışı ve gövde analizi yazılımı ile çap, boy, hacim ve artımın hesaplanması .	29
Şekil 3.7. Gövde analizi programı ile ağaçların boylanma eğrilerinin elde edilmesi.....	30
Şekil 4.1. Saçlı meşenin kabuklu göğüs çapı ve kabuksuz göğüs çapı ilişkisi.....	40
Şekil 4.2. Örnek ağaçların kabuklu göğüs çapı ve çift kabuk kalınlığı ilişkisi	42
Şekil 4.3. Örnek ağaçların ağaç gövde boyu ve ağaç boyu ilişkisi	44
Şekil 4.4. Örnek ağaçların, göğüs boyu şekil katsayısı ile kabuklu göğüs çapı ilişkisi	46

ÖZ

Marmara Bölgesinde doğal yayılış gösteren, aynı yaşlı, sürgünden yetişmiş Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) meşcerelerinin yetişme ortamının verim gücüne göre ağaç gövde hacim ve hacim artım tablolarının düzenlenmesi bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda; hem genel hem de yetişme ortamı verim gücüne göre *tek* ve *çift girişli gövde hacim tabloları* ile *hacim artım tabloları* oluşturulmuştur. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) meşcerelerinin Marmara Bölgesindeki doğal yayılış alanları, bu çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır. 109 adet geçici örnek alandan elde edilen veriler ile bu alanlardan seçilen 317 adet örnek ağaca ait gövde analizi verileri çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

Örnek ağaçların hacimleri hesaplanırken *orta yüzey (Huber) formülü* kullanılarak, gövde analizi yöntemiyle periyodik olarak elde edilmiştir. Saçlı meşe türü için ülkemizde daha önce yetişme ortamı verim gücü (bonitet) belirlenmediğinden, bu çalışma ile bonitet endeksleri tablosuda üretilmiştir. Yetişme ortamı verim gücü, Saçlı meşe türü için standart yaş 50 yıl alınarak meşcere yaşı ve üst boy değişkenleri kullanılarak *polimorfik yöntemle* belirlenmiştir. Gövde analizi yöntemiyle elde edilen ağaçların gerçek hacimleri *regresyon analizi yöntemi* kullanılarak farklı modellerle sınanmıştır. Tek ve çift girişli hacim ve hacim artım tabloları hem genel hem de yetişme ortamı verim gücüne bağlı olarak düzenlenmiştir.

En uygun hacim için matematik modellerinin belirlenmesinde *ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, açıklanan varyans yüzdesi, toplam hata yüzdesi* ve *ortalama mutlak hata yüzdesi* başarı ölçütlerinden yararlanılmıştır.

Denenen modeller içerisinde; en uygun Saçlı meşe *tek girişli gövde hacim denklemi* olarak Hohenadl-Krenn modeli saptanmıştır. Saptanan regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2=0,956$ olarak hesaplanmış, hacim değişkeni ile kabuklu göğüs çapı değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir.

Çift girişli gövde hacim denklemi için en uygun model $v = a_0 + a_1 * d^2 + a_2 * d^2 * h + a_3 * h^2 + a_4 * d * h^2$ (Näslund) olarak saptanmış ve denklemin belirtme katsayısı $R^2=0,994$ olarak belirlenmiştir. Hacim ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Seçilen denklemin toplam hata yüzdesi % 0,678 ve mutlak hata yüzdesi % 6,015 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Saçlı meşe, *Quercus cerris* L., büyüme, hacim artım, hacim tablosu.

ABSTRACT

Key words: *Turkish Oak, Quercus cerris L., Volume, Increment, Yield table, Forest Product Types*

1. GİRİŞ

Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) Marmara Bölgesindeki tüm meşe türleri içerisinde en geniş yayılış alanı olan meşe türlerinin başında gelmektedir. Bu meşe türü bölgedeki ekonomik değeri yüksek olan ak meşe gurubu türleri ile benzer büyüme ve gelişim özelliği göstermektedir. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) 25-30 metreye kadar boy, 1-1,20 m çap yapabilen geniş tepeli ve uygun koşullarda çok düzgün gövdeler yapan bir ağaçtır.

Ülkemizde saf ve ileri yaşta meşcerelere sahip olan ve özellikle de Marmara Bölgesi ve yakın çevresinde geniş yayılış alanı bulunan, saçlı meşe ormanlarının sürdürülebilir yönetimini gerçekleştirmek ve optimal bir şekilde yararlanmak, işletme amaçları ve koruma hedeflerini belirlemek, servet ve artım değerlerini daha sağlıklı bir şekilde ortaya koymak için, saçlı meşenin hacim ve hacim elemanlarının belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde, genel ve bölgesel ölçekte kullanılmak Araştırma Kurumları ve Üniversiteler tarafından saçlı meşe için hazırlanmış hacim tabloları bulunmamaktadır. Bu çalışma ile yetiştirme ortamının verim gücü de dikkate alınarak hacim ve hacim artım tabloları düzenlenmiştir.

Ülkemiz ormanları açısından büyük bir öneme sahip olan saçlı meşe meşcerelerinden yaş, yetiştirme ortamının verim gücü (bonitet) ve sıklık dereceleri değişkenliğini yeterli düzeyde yansıtacak sayıda geçici örnek alandan ve bu alanlardan gövde analizi için seçilen örnek ağaçlardan yararlanarak araştırmanın verileri elde edilmiştir. Elde edilen bulguların analiz edilmesiyle, araştırmanın amaçlanan çıktılarından; tek ve çift girişli gövde hacim tabloları ile hacim tabloları üretilmiştir. Çalışmanın sonuçları aynı zamanda saçlı meşenin tek ağaç büyümesinin ortaya konulmasına da önemli katkılar sağlamıştır. Ayrıca bu çalışmanın çıktılarından olan bonitetlere göre düzenlenmiş hacim ve hacim tabloları, amenajman planlarının yapımında doğrudan kullanılacak şekilde üretilmiştir. Bu çalışma, Giriş, Literatür Özeti, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç olmak üzere beş ana bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünde konu ile ilgili kavramlar tanıtılmış, konunun önemi ve araştırmanın amacı açıklanmıştır.

Literatür Özeti bölümünde, meşe ormanlarının ve Macar meşesinin dünya ve ülkemizdeki yayılış yerleri hakkında bilgiler verilmiştir. Macar meşesinin sınıflandırılması, botanik özellikleri, odununun kullanım alanları ve teknolojik özellikleri belirtildikten sonra, Macar meşesinin ekolojisi, silvikültürü, hasılatı ve amenajmanı ile ilgili yapılmış olan yerli ve yabancı araştırmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Materyal ve Yöntem bölümünde, araştırma alanı tanıtılmış, araştırmada kullanılan materyal ve araştırma yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu bölümde, araştırma alanının tanıtımı yapılmış, örnek alanların özellikleri açıklanmış, alanlarda yapılan ölçüm ve ölçüm teknikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Örnek alanlarda ve örnek ağaçlarda elde edilen verilerin işlenmesi, analizi, hesaplanması ve değerlendirme yöntemleri hakkında bilgiler de ayrıntılarıyla sunulmuştur.

Bulgular bölümünde, bu çalışmanın çıktılarını üretmek için gerekli olan bonitet endeks değerleri verilmiş ve örnek alanların bonitetlere dağılımı verilmiştir. Gövde hacim ve hacim artım tablolarının düzenlenmesi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Örnek ağaçlardan ve gövde analizi sonucu türetilmiş olan periyodik gövdelerden elde edilen verilerin kullanılmasıyla ulaşılan bulgular; denklem, tablo ve grafikler halinde verilmiştir. Ayrıca yapılan istatistik analizlerin sonuçları da tablolastırılarak açıklanmıştır.

Çalışmanın son bölümü olan Tartışma, Sonuç ve Öneriler bölümünde ise, hacim tabloları meşe cinsi, meşe türleri ve Gencal (2019) tarafından Bursa yöresi için hazırlanmış saçlı meşe türünün hacim tablosu sonuçlarıyla karşılaştırılarak tartışılmıştır. Hacim artım tabloları ise farklı bonitet sınıflarında gösterdiği eğilimlere göre araştırmanın çıktıları ile tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Meşe Ormanlarının Genel Yayılışı

Fagaceae familyasının en fazla türe sahip cinsi olan meşe, Kuzey Yarımkürenin ılıman ve subtropik kuşağında yayılış gösteren önemli bir orman ağacıdır. Meşe cinsinin Kuzey ve Orta Amerika, Kolombiya, Avrasya ve Kuzey Afrika'da yetişen yaklaşık 350-500 türü vardır. Sistematik açıdan çok tartışmalı olan tür sayısı farklı yazarlar tarafından farklı şekillerde verilmektedir. [Kubitzki \(1993\)](#) meşelerin tür sayısını 350-450, [Nixon \(1997\)](#) 400 olarak verirken [Menitsky \(2005\)](#) tür sayısının 400-500 olduğunu belirtmektedir. [Yaltırık \(1984\)](#), Türkiye'de 18 meşe türünün doğal olarak bulunduğunu, ayrıca bu meşe türlerinin bazı alttür ve varyeteleri ile birlikte azımsanmayacak sayıdaki doğal hibridleri ile Trakya ve Anadolu'da geniş ormanlar kurduğunu belirtmiştir. [Akkemik \(2014\)](#) Meşe cinsinin, Türkiye ormanlarındaki en önemli ağaç cinslerinden biri olduğunu ve 3 seksiyona ait 17 türle temsil edildiğini, deniz seviyesinden 2300 m yükseltiye kadar geniş bir alanda saf ve karışık meşcereler halinde bulunduğunu belirtmektedir. Meşe cinsinin ülkemizde tür, alttür ve varyete dâhil toplam 24 doğal taksona sahip olduğunu ifade etmiştir.

Meşeler, odunlarının anatomik yapıları, meyvelerinin olgunlaşma süresi, yaprak ve kabuk özelliklerine göre ak meşeler, kırmızı meşeler ve herdem yeşil meşeler olmak üzere üç gruba ayrılırlar ([Yaltırık, 1984](#)). Anadolu ve Trakya'da çok geniş yayılış alanına sahip olan bu üç meşe grubu floristik özellikleri, büyüme, gelişim ve silvikültürel özellikleri bakımından birbirlerinden oldukça farklılıklar göstermektedir.

2.2. Saçlı Meşenin Genel Yayılışı

Araştırmanın materyalini oluşturan Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.), 0 – 1500 m rakım aralığında yayılış göstermektedir. Saçlı meşenin (*Quercus cerris* L.) yayılışı ağırlıklı olarak, Güney Avrupa'nın doğusundadır. Orta ve Doğu Avrupa'da yayılışı Güney Avusturya, Macaristan, Hırvatistan, Bosna-Hersek, Karadağ, Sırbistan, Arnavutluk ve Kuzey Yunanistan'dır. Anadolu'da, Suriye ve Lübnan'ın Akdeniz Bölgesi'nde de bulunur. Batı Akdeniz Havzası'nda Saçlı Meşe serpili olarak bulunur ([Yaltırık, 1984](#); [Kasaplıgil, 1992](#)). Ülkemizde en geniş yayılışı olan meşe türüdür ([Kasaplıgil, 1981](#)) ve iki varyetesi saptanmıştır ([Hedge ve Yaltırık, 1982](#)).

2.3. Saçlı Meşenin Ülkemizdeki Yayılışı

Derin parçalı loplular Saçlı Meşe (*Quercus cerris* var. *cerris*): Ülkemizde Kırklareli, Çanakkale, İstanbul, Kastamonu, Sinop, Samsun, İzmir, Manisa, Balıkesir, Konya, Niğde, Malatya, Elazığ, Muğla, Denizli, Isparta, İçel, Adan, Hatay'da deniz seviyesinden 1500 (-1900) m yüksekliklere kadar diğer meşelerle, diğer geniş yapraklı ormanlarla ve iğne yapraklı ormanlarla karışıklığa girer veya saf meşcereler kurar. Sığ loplular Saçlı Meşe (*Quercus cerris* var. *austriaca* (Willd.) Loud.): Genel coğrafi yayılışı Orta ve Güneydoğu Avrupa olan ve doğudaki en uç yayılışını Kuzeydoğu Türkiye'de yapan bu varyete ülkemizde Edirne, Kırklareli, İstanbul, Bolu, Zonguldak, Sinop'ta görülür ([Hedge ve Yaltırık, 1982](#); [Yılmaz, 2014](#)). Saçlı Meşenin (*Quercus cerris* L.) dünyadaki ve ülkemizdeki yayılışını gösteren ve [EUFORGEN](#) tarafından hazırlanan harita [Şekil 2.1](#)'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Saçlı Meşenin (*Quercus cerris* L.) dünyadaki genel yayılışı (Kaynak: EUFORGEN).

2.4. Saçlı Meşenin Yetiştirme Ortamı Özellikleri

Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) orta ve kaba bünyeli derin, taşsız ve kireççe zengin topraklarda yayılır. Besince zengin, gevşek kalkerli ve kuru toprakları sever. Hafif ıslak, iyi drenajlı toprakları tercih etmekle beraber ağır balçık topraklar, kuru yamaçlar, sahiller ve tuzlu topraklarda da yetişebilen toleransı geniş bir türdür. Ortadan derin topraklıya kadar, besin maddelerince zengin, humuslu, kireçliden kireçsive kadar balçıklı ve silikat topraklar üzerinde bulunur. Alçak alanlarda ve orta yükseltideki dağlık alanlarda yayılış gösterir. Toprak pH değeri ise 5,0-7,5 arasındadır. Subasar orman sahasında kalkersiz alüvyonlarda seyrek olarak bulunur (Saatçioğlu, 1979; Kantarcı, 2005).

Saçlı meşenin (*Quercus cerris* L.) ortalama yıllık yağış aralığı 500- 1300 mm arasındadır. Ortalama yağışın 40 mm'nin altında olduğu ardışık 4 ay kuraklığa dayanır. Yıllık ortalama sıcaklığın 7 ile 15 °C olduğu alanlar yayılışı için uygun olup, - 25 °C'ye kadar dayanabilir. En sıcak ayın en yüksek sıcaklık ortalaması 20 °C, en soğuk ayın en düşük sıcaklık ortalaması ise -15 °C'dir (Dönmez, 1968; Saatçioğlu, 1969; Kantarcı, 1974).

Işık ağacı olup, kış donlarına karşı dayanıklıdır. Saçlı meşe ılıman iklim bitkisi olup, güneşli ve kuru yamaçları sever. Saçlı meşe, stebe tüylü meşe'den (*Quercus pubescens*) daha az girer. Saçlı meşe deniz seviyesinden 1500 m. yükseltilere kadar diğer meşelerle (*Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. infectoria*, *Q. petraea*, *Q. libani*) birlikte, yapraklı ormanlarda (*Fagus*, *Carpinus*, *Castanea*) ve *Pinus nigra*, *P. brutia* ve *P. pinea* gibi iğne yapraklı ormanlarda karışıma katılır veya saf meşcereler kurar (Dönmez, 1968; Eliçin, 1983; Yaltrık ve Efe, 1994; Güngördü, 1999).

Saçlı meşe, kurak ve su açığının olduğu alanlarda, çeşitli toprak türlerinde, hızlı büyüme yeteneğine sahip olması ve kıt imkânlarla hayata tutunabilmesi özelliğinden dolayı çıplak toprakların ağaçlandırılması için kullanılabilir en önemli meşe türlerinin başında gelmektedir.

Toprak koruma ve erozyon kontrolü çalışmalarında önemli bir role sahiptir. Aynı zamanda kentsel alanlarda süs ağacı olarak da yaygın bir şekilde tercih edilmektedir (Irmak ve diğ., 1980; Atalay, 2006).

2.5. Saçlı Meşenin Botanik Özellikleri

Meşe cinsi; *Fagus L.*, *Castanea L.*, *Castanopsis Spach.*, *Quercus L.*, *Trigonobalanus Forman*, *Lithocarpus Bl.*, *Chrysolepis Hjelmquist* ve *Nothofagus Blume* olmak üzere toplam 8 cinse sahip olan Fagaceae familyasının en geniş cinsidir. Bu cinslerden *Fagus*, *Castanea* ve *Quercus* ülkemizde doğal türlerle temsil edilmektedir (Yılmaz, 2014).

Araştırma konusunu oluşturan saçlı meşe (*Quercus cerris L.*), bitkiler âleminin kapalı tohumlu bitkiler (Angiospermae) şubesinin, çift çenekliler (Dicotyledonae) sınıfının, fagales takımının, Fagaceae familyasının, *Quercus* cinsinin bir türüdür (url:1).

Saçlı meşe (*Quercus cerris L.*); 25-30 metreye kadar boy, 1-1,20 m çap yapabilen geniş tepeli bir ağaçtır. Gövde kabuğu gri beyaz, derin çatlaklı ve kalındır. Yaprak formu ve büyüklüğü çok değişiktir. Boyu 6-12 cm, genişliği 3-6 cm olan yapraklar, uzun ters yumurta biçimindedir. Yaprakların bazılarının ucu sivri, bazılarınıniki küttür. Yaprak kenarları sığ loplolu, derin loplolu veya tali lopludur. Lop uçları sivri ve dikenimsidir. Yaprığın alt yüzü soluk yeşil, üst yüzü koyu yeşildir. Yaprığın kısa bir sapı vardır. Tomurcukları yumurta biçiminde, 4 mm. boyunda, etrafı yaklaşık 1 cm boyundaki çok sayıda ipliklerle (saç) sarılmıştır. İplikler Saçlı Meşenin temel tanımlayıcı özelliğidir. Bu saçlar ipek gibi yumuşak olup dökülmezler. Meyvenin (palamut) kısa ancak 1 cm'ye kadar erişebilen üzeri tüylü, kalın bir sapı vardır. Palamutlar tek tek veya 2-4 tanesi bir arada bulunur (Şekil 2.2). Meyve iki yılda olgunlaşır. Palamutun içine oturduğu kadehin etrafı saça benzer ipliksi çıkıntılarla kaplıdır. 3-4 cm boyunda, 1-2 cm çapındaki palamut, çoğunlukla, basık fiçi şeklinde olup, büyük bir kısmı saçlı kadeh ile örtülmüştür (Hedge ve Yaltrık 1982; Yaltrık 1984; Yılmaz, 2014).



Şekil 2.2. a) Saçlı meşe (*Quercus cerris L.*) meşçeresi gençleştirme alanı - Çanakkale – Yenice ormanları b) Kabuk, meyve ve yaprağı ile odununun edildiği odun kömürü yapımı - Vize (Foto: Şahin, A., 2016).

2.6. Saçlı Meşe Odununun Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri

Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) Marmara Bölgesindeki tüm meşe türleri içerisinde en geniş yayılış alanı olan meşe türlerinin başında gelmektedir. Bu meşe türü bölgedeki ekonomik değeri yüksek olan ak meşe gurubu türleri ile benzer büyüme ve gelişim özelliği göstermektedir. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) 25-30 metreye kadar boy, 1-1,20 m çap yapabilen geniş tepeli ve uygun koşullarda çok düzgün gövdeler yapan bir ağaçtır. Kırmızı meşeler grubu içerisinde yer alan bu meşe türü, kendi grubundaki diğer meşe türlerine oranla daha hızlı büyüme ve gelişim özelliği göstermektedir (Şahin, 2016).

Saçlı meşe odunu çatlama eğilimli olması ve teknolojik kalitesi daha düşük olduğundan odununun kullanım yerleri ak meşe grubu meşe türlerine oranla daha düşüktür. Orman endüstri sanayinde özellikle suya dayanıklı malzemelerin yapımında ve ölü odunun renkli ve desenli olması nedeniyle de mobilya endüstrisinde az da olsa tercih edilmektedir. Önceki dönemlerde, ahşap demir yolu traversleri yapımında kullanılmıştır. Bu tür yakacak odun ve odun kömürü yapımında çok yaygın olarak kullanılmaktadır. İş yapmaması, yandıktan sonra köz – kor yapması nedeniyle yakacak odun, fırın odunu ve mangal kömürü olarak çok tercih edilmektedir. Genç meşe sürgünleri, hayvanlar için önemli bir besin kaynağı oluşturduğundan bazı bölgelerde yaprak ve sürgünlerinden de faydalanılmaktadır (Bozkurt, 1966; Berkel ve diğ., 1969; Şahin, 2016).

Odun kalitesine etki eden faktörlerin başında odunu oluşturan elemanların özellikleri gelmektedir. Farklı yetişme yerlerinde oluşan aynı türe ait odunlar coğrafi konum, iklim gibi farklı faktörlerin etkisi ile farklı odun özellikleri göstermektedir. Bu özelliklerin bilinmesi, o ağacın odununun kullanım yerlerinin tespitinde belirleyici olmaktadır (Biricik, 2018).

Berkel ve diğ. (1969) Türkiye’de yayılış gösteren ve kaplama levha imaline uygun sapsız meşe, saplı meşe ve saçlı meşe türlerinde araştırma yapmak için İstanbul- Belgrad Ormanından, Kırklareli - Vize Orman İşletmesi ormanlarından ve Bolu- Yığılca İşletmesi ormanlarından seçilen deneme ağaçlarından örnekler alınarak makroskopik ve mikroskopik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda saçlı meşenin makroskopik özellikleri; diri odununun açık renkli kırmızimsı renkte olup sapsız meşe ve Macar meşesine nazaran daha geniş, öz odununun ise koyuca kırmızimsı kahverenginde olduğu saptanmıştır. Öz ışınları geniş ve ince olmak üzere iki türlü olup, geniş öz ışınları enine kesitte parlak olup açık kırmızimsı kahverengindedir. Saçlı meşede tespit edilen ortalama tam kuru özgül ağırlığı $0,728 \text{ gr/cm}^3$, ortalama hava kurusu özgül ağırlığı ise $0,766 \text{ gr/cm}^3$ olarak belirlenmiştir.

2.7. Hacim Tabloları ile İlgili Araştırmalar

Orman işletmelerinde işletme sermayesinin çok büyük bir bölümünü ağaç serveti oluşturmakta olup, tek ağaç ya da meşcerenin hacmi ile ağaç gövdesinden elde edilen odun sınıfı hacimlerinin doğru bir biçimde hesaplanması ormancılardan en önemli görevlerinden biridir (Şentürk, 1997). Bu, orman amenajman planlarının düzenlenmesinde çok büyük önem taşımaktadır. Zira sürdürülebilir orman yönetimi büyüme miktarının tahmin edilmesini gerektirmektedir ve bu bilgiler üretim amacıyla orman alanlarının ayrılmasında ve ağaçların değerlendirilmesinde planlamacıya yol göstermektedir (Akindele and LeMay, 2006).

Akalp (1978a), “meşcere hacmini tam olarak bulabilmek için, bütün ağaçları dikili halde seksiyonlara ayırarak hacimlendirmek ve bunların toplamını almak en sağlıklı yol olmasına karşılık güç, zaman alıcı, pahalı olan ve dolayısıyla pratik olarak da uygulanması olağan olmayan bir yol” olarak ifade etmiştir. Meşcere hacminin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; örnek ağaç yöntemleri, gövde hacim tablosu yöntemi, tahmin

yöntemleri, hasılat tablosu yöntemi ve örnek alan yöntemleri olarak gruplandırılmaktadır (Akalp, 1978a; Kalıpsız, 1984; Carus, 1998).

Ağaç serveti meşceredeki her bir ağacın hacimleri toplamından oluşmaktadır. Tüm ağaç gövdeleri silindir, paraboloid, koni ve nayloid gibi bilinen geometrik şekillere tam olarak benzemediğinden analitik yöntemlerle ağaç hacmini doğrudan hesaplamak mümkün olmamaktadır. Buna karşın ağaç hacmini belirli bir hata miktarı ile tahmin eden pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanı “Ağaç Hacim Tabloları” yöntemidir (Yavuz ve Sakıcı, 2002).

Ağaç hacim tabloları göğüs çapı, göğüs çapı-ağaç boyu ve bunlara ek olarak şekil katsayısı gibi değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ağaç hacminin tahmini işlevini görürler. Bu değişkenlerden yalnız göğüs çapının kullanılması durumunda tek girişli ağaç hacim tabloları, göğüs çapı ve ağaç boyu ile birlikte kullanılması durumunda çift girişli ağaç hacim tabloları, göğüs çapı ve ağaç boyu ile birlikte toplam üç veya daha fazla değişken tercih edilmesi durumunda ise çok girişli ağaç hacim tabloları olarak isimlendirilmektedirler (Kalıpsız, 1984).

Ağaç gövde hacim tablolarının ana ögesini oluşturan gövde hacminin ölçülmesi için kullanılan birçok yöntemin olduğu bilinmektedir. Bu yöntemler değişik özellikler göstermelerine rağmen hepsinin temelini boy ve çap değerlerinin ölçülmesi oluşturmaktadır.

Ağaç gövdesinin hacmi; kesilerek bölümlenme (seksiyon) yöntemini uygulamak, dikili halde oran değerleri yardımı ile ya da hazır “ağaç hacim tabloları” kullanılarak bulunabilmektedir (Kalıpsız, 1999).

Bir gövde hacminin en sağlıklı şekilde belirlenmesi bölümlenme yöntemiyle yapılmaktadır. Burada gövdenin belli yaşlardaki hacimlerini bölümlenme yöntemi ile bularak farklarını almak suretiyle periyodik hacim artımları da en sağlıklı şekilde elde edilmiş olacaktır (Fırat, 1973).

Toplam gövde hacmi genellikle, ağaç hacim denklemleri ya da ağaç hacim tabloları ile hesaplanmaktadır. İhtiyaç duyulması durumunda, Ticari Hacim (Merchantable Volume) miktarları, toplam gövde hacim fonksiyonunu kullanan bir Hacim Oran Denklemi (Volume Ratio Equation) ile hesaplanabilmektedir. Alternatif olarak, dip kütükten itibaren gövde üzerindeki belirli çaplar ya da hacimler, Gövde Çapı Denklemi (Stem Taper Equation) veya Gövde Profili Denklemi’nden (Stem Profile Equation) hesaplanmaktadır (Yavuz, 1995).

Ağaç hacim tabloları, dikili bir ağacın; göğüs çapı, göğüs çapı - boy ya da göğüs çapı - boy - göğüs boyu gövde şekil katsayısı gibi değişkenlere göre, kalın odun hacmini ya da ticari hacmini veren tablolardır. Bu tablolar; ağaç türü, yaş sınıfı ve göğüs çapına göre ya da göğüs çapı ve boy değişkenlerine göre düzenlenmiş tablolardır. Bu tablolar sadece göğüs çapına göre düzenlendiklerinde “Tek Girişli Hacim Tabloları (Single Entry Volume Tables)”, göğüs çapı ve boy değişkenlerine göre düzenlendiklerinde ise “Çift Girişli Hacim Tabloları (Double Entry Volume Tables)” olarak adlandırılırlar. Hacim tabloları göğüs çapı ve boy değişkenlerine ek olarak üç ya da daha fazla değişkene göre (şekil katsayısı, tepe yüksekliği, tepe uzunluğu, tepe uzunluğunun ağaç boyuna oranı ve gövdenin belirli bir yükseklikteki çapı vb.) düzenlendiklerinde “Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları (Multiple Entry Volume Tables)” olarak adlandırılmaktadırlar. Yukarıda belirtilen bağımsız değişkenlere ek olarak bazı çalışmalarda farklı bağımsız değişkenlerde kullanılmaktadır (Kalıpsız, 1999; Yavuz ve Sakıcı, 2002; Pehlivan, 2010; Burkhart ve Tome, 2012).

Ormancılık uygulamalarında ve hızlı bir orman envanteri ile planlama çalışmaları için “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları” oldukça yararlı olup çalışmalarda kolaylıklar sağlamaktadır. Sadece göğüs çapı ile ilişkili olarak oluşturulan bu tablolarda kesin bir çap- boy ilişkisi varsayımından hareket edilmektedir. Daha açık olarak, bir çap kademesindeki tüm ağaçların aynı boy ve şekil katsayısına sahip oldukları kabul edilmektedir. Çift girişli ağaç hacim tablolarında ise göğüs çapına ek olarak ağaç boyunun da kullanılması tek girişli ağaç hacim tablolarına göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

Sadece göğüs çapını kullanan tek girişli ağaç hacim tabloları daha çok yerel bazda kullanılırken, göğüs çapına ek olarak ağaç boyunu da dikkate alan çift girişli ağaç hacim tablolarından ise genellikle bölgesel ya da genel bazda yararlanılmaktadır (Kalıpsız, 1999; Yavuz ve Sakıcı, 2002; Pehlivan, 2010).

Kalıpsız (1999) ağaç hacim tablolarının geçerlilik alanının büyüklüğüne göre yöresel, bölgesel ve genel (standart) hacim tabloları olarak adlandırıldığını belirtmektedir. Yöresel tablolar belli bir yöre için düzenlenen tek girişli hacim tablolarıdır. Bu tabloların sadece düzenlenmiş oldukları orman bölgesindeki belirli bir ağaç türü, yetiştirme ortamı ve meşcere tipi için geçerli olduğunu, başka bir yörede veya meşcere tipinde kullanılmalarının doğru olmadığını ifade etmektedir.

Bölgesel hacim tabloları; belirli bir ağaç türü için göğüs çapına ve ağaç boyuna göre düzenlenen çift girişli tablolardır. Ülke çapında düzenlenirler ve o ağaç türü için kullanılabilirler. Ancak bu tabloları kullanmadan önce, ölçümü yapılan meşcereye uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir (Şentürk, 1997; Bayburtlu, 2007; Pehlivan, 2010).

Çift girişli hacim (standart ağaç hacim) tablosunu gerçekleştirmek için, “Hacim ve Hâsılat Tablosu Metodlarının Standardizasyonu Komitesi”ne göre 300-400, Chapman-Meyer’e göre 300-2000 adet örnek ağaca ihtiyaç vardır (Eraslan, 1954a; Evcimen, 1963). Ülkemizde yapılan bazı hacim tablolarında Eraslan, meşe için 6-46 cm çaplar arasında 308, Kalıpsız, doğu kayını için 7-100 cm çaplar arasında 3556, Erkin, sarıçam için 10-70 cm çaplar arasında 129, Evcimen, sedir için 10-70 cm çaplar arasında 997 adet örnek ağaç hacim tablolarının yapımında kullanmışlardır.

Bir ağaç türünden oluşan tekdüze meşcerede tek girişli hacim tablosu yapımı için 50 – 100, çift girişli hacim tablosu için de 80 – 150 örnek ağaç yeterli görülmektedir. Değişik meşcere tiplerinden oluşan bir ormanda her ağaç türü için ayrı hacim tablosu düzenlenmelidir (Kalıpsız, 1999).

Bilindiği gibi bir ağaç hacim tablosu düzenleyebilmek için oldukça fazla sayıda örnek ağaç üzerinde doğrudan gövde çapları ve ağaç boyu ölçümü yapmak gerekmektedir. Böylesine yoğun ve emek gerektiren bir işlemi her zaman yapabilmek mümkün olmayabilir ya da yeter sayıda örnek ağaca ulaşamayabilir. Bu gibi sorunların olduğu ya da olabileceği durumlarda ise gövde analizi yöntemi yardımıyla veri türetilerek örnek sayısı artırılabilir. Pehlivan (2010), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarını düzenleyebilmek amacıyla farklı yetiştirme ortamı ve meşcere koşullarından 90 adet örnek ağaçtan yararlanmıştır. Bu ağaçlara ait 965 adet periyodik gövdenin kesitlerinin gövde analizi sonucunda türetilen verilerden yararlanılarak veri ağaç gövde hacim modelleri geliştirmiştir.

Gövde hacim tablolarının düzenlenmesi amacıyla, basit veya karmaşık çok sayıda matematik model kullanılmaktadır. Bu modellerden en çok kullanılan formüller, yazarları ve bağımsız değişkenleri Loetsch ve ark. (1973)’den alınarak Çizelge 2.1’de listelenmiştir.

Çizelge 2.1. En çok kullanılan hacim fonksiyonları (Loetsch et al., 1973)

Bağımsız Değişken	Yazar	Formül
d	Kopezky-Gehrhardt	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2$ ($V = \beta_0 + \beta_1 g$)
	Dissescu-Meyer	$V = \beta_1 d + \beta_2 d^2$
	Hohenadl-Krenn	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
	Berkhout	$V = \beta_0 d^{\beta_1}$
	Yöresel Hacim T. (Husch1963)	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d$
	Brenac	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 (1/d)$
d, h	Sabit Şekil Katsayısı (Spurr)	$V = \beta_1 d^2 h$
	Birleşik Değişken (Spurr)	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$
	Ogaya	$V = d^2 (\beta_0 + \beta_1 h)$
	Stoate (Avustralya)	$V = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h$
	Naslund (Ladin)	$V = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 h^2$
	Meyer (Kapsamlı)	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 dh + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h$
	Meyer (Değiştirilmiş)	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 dh + \beta_4 d^2 h$
	Takata	$V = d^2 h / (\beta_0 + \beta_1 d)$
	Schumacher-Hall	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \log h \log$
	Spurr 1952	$V = \beta_0 + \beta_1 \log d^2 h$
	Orman Araştırma Enstitüsü Baden-Wuerttemberg	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \log d^2 + \beta_3 \log h + \beta_4 \log h^2$
d, h, h _c ve/ya da B	Naslund (Güney İsviçre) Ladin	$V = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 h^2 + \beta_5 d^2 h_c$
	Naslund (Güney İsviçre) Çam	$V = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 d^2 h_c + \beta_5 dhB$
	Naslund (Güney İsviçre) Huş	$V = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 h^2 + \beta_5 dhB$
d, h ve k _i ya da d _i ya da d _{0.3h}	Spurr (Kısaltılmış)	$V = \beta_0 + \beta_1 k d^2 h = \beta_0 + \beta_1 d_i dh$
	Spurr (Birleşik değişken)	$V = \beta_0 + \beta_1 k_i + \beta_2 d^2 h + \beta_3 k_i d^2 h$
	Schiffel	$V = d^2 h (\beta_0 + \beta_1 k_i + \beta_2 (1/k_i h))$
	Ogaya	$V = \beta_0 + \beta_1 d_{0.5h} dh$
	Pollanschütz	$V = (\pi/4) (\beta_0 d^2 h + \beta_1 d d_{0.3h} h + \beta_2 h^2)$
	Schmid	$V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 h + \beta_3 d_7 + \beta_4 dh + \beta_5 d^2 + \beta_6 h^2 + \beta_7 d_7^2 + \beta_8 h d_7^2 + \beta_9 d^2 d_7 + \beta_{10} dh^2 d_7$
	Spurr (Şekil Çapı)	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \log h + \beta_3 \log d_i$
Spurr (Birleşik Değişken)	$\log V = \beta_0 + \beta_1 \log(d_i dh)$	

- Özçankaya (2017)'den alınmıştır.

Ülkemizde günümüze kadar düzenlenmiş olan bazı ağaç hacim tabloları düzenleme tarihi ve düzenleyen kişi, hangi ağaç türü ve hangi bölge için düzenlendiği, kullanılan yöntem ve örnek ağaç sayısı, modellerden bazılarının ortalama mutlak hata yüzdeleri (MH %) ve belirtme katsayıları (R2) ile birlikte Çizelge 2'de (Pehlivan, 2010) tarafından listelenmiştir. Bu liste Özçankaya ve diğ. (2017) ve Şahin (2020) tarafından bazı eklemeler yapılarak güncellenmiştir. Ülkemizde yapılan ibre yapraklı türlerle ilgili hacim tabloları Çizelge 2.2'de, geniş yapraklı türlerle ilgili hacim tabloları ise Çizelge 2.3.'te verilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkiye’de ibre yapraklı türlerle ilgili düzenlenmiş hacim tabloları

Ağaç Türü	Bölgesi	Örnek Ağaç Sayısı	Yöntem	R ²	MH	Düzenleyen ve Düzenleme Tarihi
Kızılcıam	Genel (Türkiye)	361	Matematik		9,0	Alemdağ (1962)
Kızılcıam	Genel (Türkiye)	251	Matematik			Uğurlu ve Özer (1977)
Kızılcıam	Genel (Türkiye)	1160	Matematik	0,963		Sun - Eren - Orpak (1978)
Kızılcıam	Güney Anadolu (Ağaç.)	289	Matematik			Usta (1991)
Kızılcıam	Akdeniz ve Ege	118 (319)	Matematik	0,926		Yeşil (1992)
Kızılcıam	Akdeniz ve Ege	Sun (1160)	Matematik			Erkan (1996)
Kızılcıam	Batı Akdeniz	72 (964)	Matematik			Çatal (2009)
Kızılcıam	Bucak Yöresi	181	Matematik	0,9937	4,9	Özçelik (2010)
Kızılcıam	Antalya - Korkuteli	50 (325)	Matematik	0,995	6,7	Carus ve Su (2014)
Karaçam	Genel (Türkiye)	6,295	Grafik			Gülen (1959)
Karaçam	Batı - Güney Anadolu	1113	Matematik	0,996		Sun - Eren - Orpak (1978)
Karaçam	Kuzey Anadolu	450	Matematik	0,943		Sun - Eren - Orpak (1978)
Karaçam	Taşköprü	431	Matematik		9,3	Yavuz (1995)
Sarıçam	Bolu	129	Grafik			Erkin (1948)
Sarıçam	Genel (Türkiye)	390	Matematik	0,963	10,0	Alemdağ (1967)
Sarıçam	Sarıkamış - Göle - Oltu	581	Grafik			Erdemir (1974)
Sarıçam	Genel (Türkiye)	540	Matematik	0,990		Sun - Eren - Orpak (1978)
Sarıçam	Taşköprü	379	Matematik		7,8	Yavuz (1995)
Sarıçam	Karadeniz	90 (965)	Matematik	0,993	7,2	Pehlivan (2010)
Sarıçam	Batı Karadeniz	86 (725)	Matematik	0,996	6,4	Şenyurt (2011)
Göknar	Kuzey Anadolu	4213	Matematik			Miraboğlu (1955)
Göknar	Kuzey Anadolu	318	Matematik			Miraboğlu (1955)
Göknar	Genel (Türkiye)	1258	Matematik	0,909		Sun - Eren - Orpak (1978)
Kazdağı Göknarı	Kazdağları - Balıkesir	368	Matematik		8,7	Asan (1984)
Göknar	Karadeniz	281 (1966)	Matematik	0,994	6,7	Saraçoğlu, Ö. (1993)
Toros Göknarı	Akdeniz	604	Matematik	0,994	7,7	Bozkuş - Carus (1997)
Toros Göknarı	Bucak Yöresi	194	Matematik	0,988	6,70	Özçelik (2010)
Doğu Ladini	Genel (Türkiye)	775	Matematik	0,990		Akalp (1978)
Doğu Ladini	Genel (Türkiye)	309	Matematik	0,994		Sun - Eren - Orpak (1978)
Toros Sediri	Genel (Türkiye)	1027	Grafik			Evcimen (1963)
Toros Sediri	Genel (Türkiye)	754	Matematik	0,905		Sun - Eren - Orpak (1978)
Toros Sediri	Akdeniz	260	Matematik	0,995	7,7	Bozkuş - Carus (1997)
Toros Sediri	Bucak Yöresi	179	Matematik	0,993	4,7	Özçelik (2010)
Toros Sediri	Genel (Türkiye)	893	Matematik	0,995	7,7	Yıldızbakan ve ark.(2013)
Ardıç	Genel (Türkiye)	1780	Matematik		5,7	Aykın (1978)
Fıstıkçamı	Antalya (Ağaç.)	47	Matematik	0,960		Güler (2010)
Fıstıkçamı	İzmir OBM	275	Matematik	0,997	7,8	Özçankaya ve ark. (2019)
Fıstıkçamı	Kozak Yöresi	104	Matematik	0,989	7,4	Özçankaya ve ark. (2019)
Sahilçamı	Genel (Türkiye)	98 (1500)	Matematik			Birler ve Yüksel (1983)
Sahilçamı	Genel (Türkiye)	154	Matematik	0,982	2,2	Özcan (2003)
Sahil Çamı	Sinop	1309	Matematik	0,981	7,9	Ercanlı ve ark. (2008)
Radiata Çamı	Genel (Türkiye)	300	Matematik			Birler (1986)

Çizelge 2.3. Türkiye’de geniş yapraklı türlerle ilgili düzenlenmiş hacim tabloları

Ağaç Türü	Bölgesi	Örnek Ağaç Sayısı	Yöntem	R ²	MH	Düzenleyen ve Düzenleme Tarihi
Doğu Kayını	Genel (Türkiye)	3556	Grafik			Kalıpsız (1962)
Doğu Kayını	Genel (Türkiye)	400	Matematik	0,999		Sun-Eren-Orpak (1978)
Doğu Kayını	Genel (Türkiye) (A. Y.)		Matematik			Carus (1998)
Doğu Kayını	Genel (Türkiye) (D. Y.)	223 (2453)	Matematik			Atıcı (1998)
Meşe	Demirköy (Trakya)	308	Grafik			Eraslan (1954)
Meşe	Demirköy- Belgrad Orm. (Trakya)	462	Grafik			Eraslan-Evcimen (1967)
Meşe	Trakya	225 (1547)	Matematik			Özdemir (2013)
Kestane	Batı Karadeniz	182	Matematik	0,984	13,6	Özcan (1997)
Kestane	Genel (Türkiye)	691	Matematik	0,800	13,2	Kapucu ve ark.(2001)
Dişbudak	Genel (Türkiye)	391	Matematik	0,964	10,1	Şentürk (1997)
Kızılağaç	Doğu Karadeniz	510	Matematik		8,7	Saraçoğlu, N. (1998)
Çınar	Kastamonu- Çatalca	30 (292)	Matematik	0,980	8,8	Uludağ (2006)
Okalıptus	Tarsus	333	Grafik			Fırat - Kalıpsız (1963)
Okalıptus	Doğu Akdeniz (Adana-Mersin)	1344	Matematik			Birler ve ark. (1995)
Okalıptus	Genel (Türkiye)	171	Matematik			Özkurt (2000)
Yalancı Akasya	Isparta - Gölcük Yöresi	72	Matematik	0,994	5,4	Çatal ve ark. (2005)
Karakavak	Genel (Türkiye)	449	Matematik			Birler ve ark. (1983)
Melezkavak (I214)	Genel (Türkiye)	540	Matematik	0,999		Birler (1983)
Samsun Kavağı (I77/51)	Genel (Türkiye)	668	Matematik			Koçer ve ark. (2007)
Melez Kavak (I-45/51)	Genel (Türkiye)	590	Matematik			Koçer ve ark. (2007)
Titrekavak	Genel (Türkiye)	46 (495)	Matematik	0,990	13,2	Bayburtlu (2007)
Sapsız meşe	Marmara	246 (1718)	Matematik	0,990	6,5	Şahin (2020)
Saçlı meşe	Bursa Yöresi		Matematik	0,970	9,24	Gencal (2009)
Macar meşesi	Genel (Türkiye)	202 (1349)	Matematik	0,989	6,8	Şahin ve ark. (2021)

2.8. Meşe Hacim Tabloları ile İlgili Araştırmalar

[Eraslan \(1954a\)](#) Trakya ve Demirköy yöresi meşe ormanları için çift girişli gövde hacim tablosunu düzenlerken 308 adet deneme ağacından yararlanmıştır. [Eraslan ve Evcimen \(1967\)](#) Demirköy yöresi için [Eraslan \(1954\)](#) tarafından 100 yaş dikkate alınarak düzenlenen çift girişli gövde hacim tablosunu, Belgrad Ormanı’nda alınan daha ileri yaştaki 154 deneme ağacı ile destekleyerek, toplam 462 deneme ağacı ile çift girişli gövde hacim tablosunu yeniden düzenlemişlerdir. Her iki çalışmada da örnek ağaçların seksiyon uzunlukları 4 m alınmış ve gövde hacim tablosu 4’er cm’lik çap sınıfları itibariyle gerçekleştirilmiştir. Deneme ağaçlarına ait çap ve boy sınıflarının ortalamaları hesaplandıktan sonra, bu değerler “Grafik Yoluyla Analiz Metodu”nun gerektirdiği şekilde işlemlere tabi tutulmuştur.

Özdemir (2013) Trakya'daki sürgün kökenli meşe ormanlarının (sapsız meşe, Macar meşesi ve saçlı meşe) farklı yaş, sıklık ve yetiştirme ortamlarındaki artım ve büyüme ilişkilerini incelemiştir. Bu amaçla alınan 101 adet örnek alandan sağlanan, 225 örnek ağaç ve gövde analizi sonucu bunlardan türetilen 1547 adet periyodik ağaç gövdesinden faydalanarak Trakya meşe ormanları için çift girişli gövde hacim tablosunu düzenlemiştir. Çift girişli hacim tablosu düzenlemesinde Näslund'un önerdiği model, en uygun regresyon modeli olarak seçilmiş ve regresyon modelinin belirtme katsayısı $R^2 = \% 98,87$ olarak belirlenmiştir.

Gencal (2019), "Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) meşcerelerindeki büyüme ilişkileri" adlı yüksek lisans tezinde, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü kapsamında yayılış gösteren Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) meşcerelerinin hacim tahminleri için denklemler belirlemiş ve çeşitli meşcere ve tek ağaç parametreleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Bu çalışmada tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturulmuş olup, sırasıyla belirtme katsayıları $\% 95$ ve $\% 97$ olarak bulunmuştur. Araştırmada denenen modellerin günümüzde en çok kullanılan modeller arasından seçildiğini, ayrıca belirtme katsayısı en yüksek ve hata payı en düşük modellerin seçildiğine özen gösterildiğini belirtmiştir. Tek girişli hacim tablosu için Brenac ve çift girişli hacim tablosu için ise Näslund'un modelleri en uygun model olarak belirlenmiştir. Tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosunda bulunan hata yüzdeleri sıfıra yakın ve mutlak hata yüzdeleri ise sırasıyla $\% 3,89$ ve $\% 9,24$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ışığında oluşturulan regresyon denklemlerinin elde edilen verilere uyumlu olduğu ve denklemlerin bölgede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Şahin (2020) doktora tez çalışmasında, Marmara Bölgesinde doğal yayılış gösteren, aynı yaşlı, saf, sürgünden yetişmiş sapsız meşe meşcerelerinin artım ve büyüme ilişkileri ile amenajman esaslarını ortaya koymuştur. Bu kapsamda; tek ve çift girişli gövde hacim tabloları oluşturmuştur. Araştırmanın çıktılarını, Marmara Bölgesi'nin coğrafi sınırlarında, 128 adet geçici örnek alandan ve bu alanlardan belirlenen 325 adet örnek ağaca ve bunlara ait 1718 adet periyodik gövdenin gövde analizi verilerinden yararlanarak elde etmiştir. Alınan geçici örnek alanların 26'sını müdahale görmemiş olan 11-20 yaş arasındaki meşcerelerden, 102'sini ise 21-120 yaş arasındaki müdahale görmüş meşcerelerden seçmiştir. Örnek ağaçların hacimleri hesaplanırken, orta yüzey (Huber) formülü kullanılmış, gövde analizi yöntemiyle periyodik olarak elde edilmiştir. Gövde analizi yöntemiyle elde edilen periyodik ağaçların gerçek hacimleri, periyodik ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu değerleri bağımsız değişkenleri ile ilişkiye getirilmiş ve regresyon analizi yöntemiyle farklı model yapıları denenmiştir. Denenen modeller içerisinde; en uygun sapsız meşe tek girişli gövde hacim denklemi olarak Hohenadl-Krenn saptanmış ve regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = 0,965$ olarak belirlenmiştir. Çift girişli gövde hacim denklemi için en uygun model olarak Meyer belirlenmiş ve denklemin belirtme katsayısı $R^2 = 0,990$ olarak saptanmıştır. Hacim ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Seçilen denklemin toplam hata yüzdesi $\% 0,2641$ ve mutlak hata yüzdesi $\% 6,5386$ olarak belirlenmiştir.

Şahin ve diğ., (2021) ülkemizde genel olarak Marmara Bölgesi ve yakın çevresinde yayılış gösteren Macar meşesi için tek ve çift girişli gövde hacim tabloları oluşturmuşlardır. Araştırmanın çıktılarını, Macar meşenin doğal yayılış alanlarındaki, 127 adet geçici örnek alandan ve bu alanlardan belirlenen 202 adet örnek ağaca ve bunlara ait 1349 adet periyodik gövdenin gövde analizi verilerinden yararlanarak elde etmiştir. Örnek ağaçların hacimleri hesaplanırken orta yüzey (Huber) formülü kullanılarak, gövde analizi yöntemiyle periyodik olarak elde edilmiştir. Gövde analizi yöntemiyle elde edilen periyodik ağaçların gerçek hacimleri bağımlı, periyodik ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu değerleri bağımsız değişken alınarak regresyon analizi yöntemiyle farklı model yapıları denenmiştir. Denenen modeller içerisinde; en uygun Macar meşesi tek girişli gövde hacim denklemi olarak Hohenadl-Krenn modeli saptanmıştır. Saptanan regresyon denkleminin

belirtme katsayısı $R^2= 0,9636$ olarak hesaplanmış, hacim değişkeni ile kabuklu göğüs çapı değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. *Macar meşesi çift girişli gövde hacim denklemi* olarak denenen modeller içerisinde en uygun model olarak Näslund tarafından önerilen denklem saptanmış ve denklemin belirtme katsayısı $R^2= 0,989$ olarak belirlenmiştir. Düzenlenen çift girişli ağaç hacim tablosunun toplam hata yüzdesi 0,7791 ve ortalama mutlak hata yüzdesi de %6,8095 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre hacim bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu bağımsız değişkenleri arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin var olduğu ortaya konulmuştur. Näslund modelinin, verilere uygun olduğu ve bu denklem yardımıyla oluşturulan çift girişli Macar meşesi gövde hacim tablosunun ülke genelinde güvenle kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Güngördü (1999), Marmara Bölgesindeki iklim, toprak, arazi yapısı (rölyef) şartlarını göz önüne alarak bitki örtüsünü; nemli ormanlar sahası, kuru ormanlar sahası, maki ve pseudomaki sahası, antropojen step sahası ve alpin bitkiler sahası olmak üzere beş grupta toplamıştır. Şekil 3'te verilen haritada da gösterildiği gibi bitki coğrafyası konusunda çalışan bilim insanları iklim, toprak, arazi yapısı şartlarını dikkate alarak Marmara Bölgesini dört alt coğrafi bölüme ayırmışlardır. Atalay (2014) ve Saygılı (2015)'ya göre bu alt coğrafi bölümler Yıldız (Istranca) Dağları, Ergene, Çatalca-Kocaeli ve Güney Marmara bölümlerinden oluşmaktadır.

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Marmara Bölgesi, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak %8,5'ini kapsamaktadır. Türkiye'nin ortalama yükseltisi en az olan bölgesi olup Ergene, Adapazarı, Bursa, Karacabey, İnegöl, Pamukova, Gönen ve Balıkesir ovaları bölge sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgede alçak tepelik alanlar ile dalgalı düzlükler de geniş yer kaplamaktadır. Meriç, Ergene, Sakarya, Gönen ve Susurluk nehirleri ile Manyas, Ulubat, İznik, Sapanca, Büyük ve Küçük Çekmece ile Durusu (Terkos) gölleri de Marmara Bölgesinin en önemli su kaynaklarını oluşturmaktadır. Bölgenin en önemli dağlarını Trakya'da Yıldız (Istrancalar), Işık (Ganos) Dağı ve Korudağ; Güney Marmara'da ise Uludağ, Samanlı dağları, Kaz dağları, Karadağ, Kapıdağ, Aldağ, Gürgendağ ve Çataldağ oluşturmaktadır. Marmara Bölgesindeki ormanlarda bu dağlar ile alçak tepelik alanlar üzerinde genel olarak yayılış göstermektedir.

Bu araştırmanın çalışma alanını Marmara Bölgesi'nin coğrafi sınırları ile alt coğrafi bölümleri oluşturmaktadır. (Şekil 3.1).



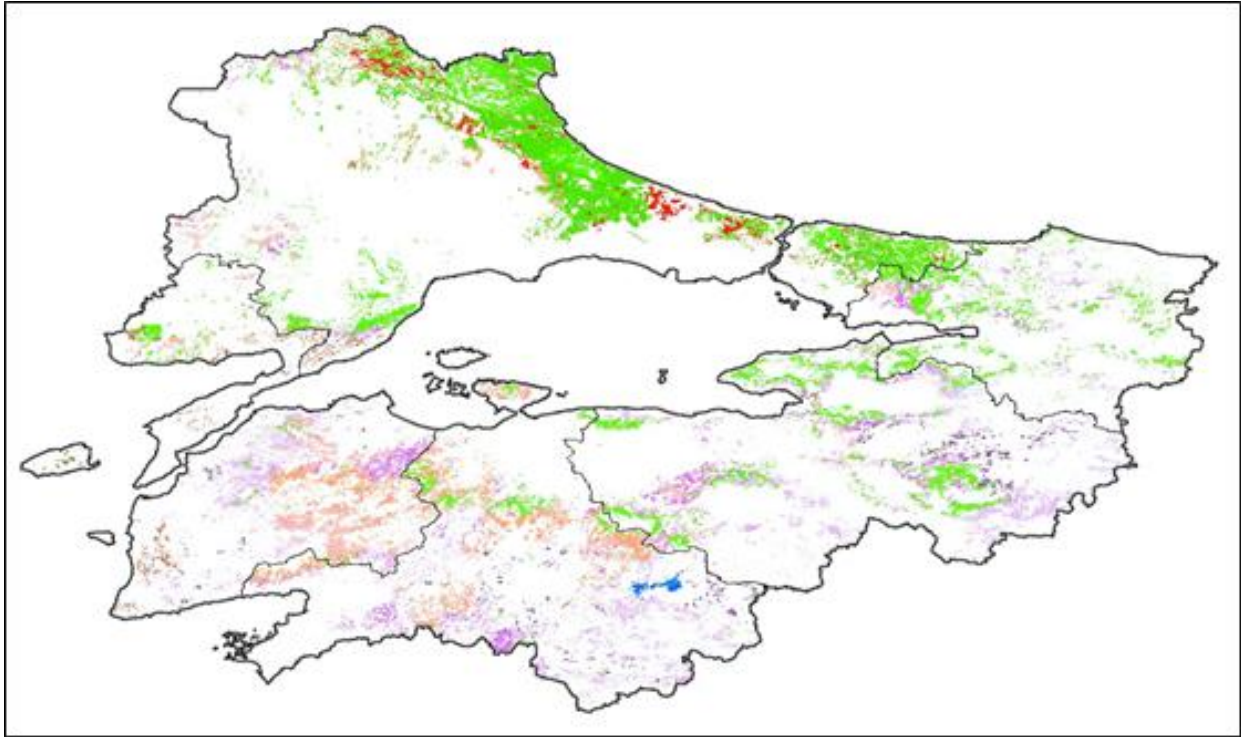
Şekil 3.1. Çalışmanın kapsamı olan Marmara Bölgesinin alt coğrafi bölgelere göre ayrılması, saçlı meşenin yayılışı ve araştırma alanının coğrafi konumu (Saygılı, 2015)

3.2. Materyal

Araştırmanın materyalini, Saçlı Meşenin saf ya da karışık meşcereleri içerisinde belirlenen örnek ağaçtan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Yani araştırmanın ana materyalini Saçlı Meşe örnek ağaçları oluşturmaktadır. Örnek ağaçlar belirlenirken; buldukları meşcerelerin doğal, sürgünden yetişmiş, saf ya da karışık (Saçlı Meşenin %50'den fazla olduğu karışık meşe meşcereleri) olduğu, bakım müdahalesi görmüş ancak kapalılığı bozulmamış– kırılmamış, değişik yaş sınıfları ve değişik yetiştirme ortamlarındaki meşcerelerden oluşması kriterleri dikkate alınacaktır. Çalışmada örnek ağaçların alındığı meşcerenin coğrafi ve ekolojik özelliklerine ilişkin gözlem ve tespitlerde tamamlayıcı materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki Saçlı Meşe ormanlarının hemen hemen tümüne yakını geçmişte baltalık olarak işletilmiştir. Baltalık olarak işletilen bu ormanlar daha sonra koru ya da koruya tahvil işletme sınıflarına aktarılmıştır (Eraslan, 1954a; Şahin, 2014).

Marmara Bölgesindeki meşe türlerinin konumsal olarak dağılışı ve alansal büyüklükleri henüz tümüyle orman amenajman planlarına ve meşcere haritalarına aktarılamamıştır. Saçlı Meşe örnek ağaçları seçilirken, saf ya da karışık halde bulunan Saçlı Meşe meşcerelerini en iyi bir şekilde temsil etmesine azami dikkat edilmiştir. Şahin (2019) tarafından veri kaynaklarından, meşcere haritalarından ve arazi çalışmalarından yararlanarak oluşturulmuş haritadan da (Şekil 3.2) yararlanılmıştır.



Şekil 3.2. Marmara Bölgesindeki Meşe ve Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) ormanlarının yayılışı (Şahin, 2019)

Konuyla ilgili kitap, dergi, rapor, mevzuat ile yerli-yabancı kitap ve dergi, internet kaynakları, topografik haritalar, E00 eşyüksekti vektör verileri, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri, arazide çekilmiş fotoğraflar, farklı kurumlarca üretilmiş tematik haritalar, araştırma raporları, arşiv verileri de materyaller arasında yer almaktadır.

3.3. Araştırma Yöntemi

Türkiye'deki meşe türleriyle ilgili konumsal veriler 2015 yılından önce düzenlenen orman amenajman planlarından mevcut olmadığından; flora, vejetasyon, bitki sosyolojisi ile ilgili literatür taranmış, orman amenajman planları incelenmiş ve meşe meşcereleri arazide görüldükten sonra, saçlı meşe meşcerelerinden uygun olanların yerleri örnek alan olarak seçilmiştir.

3.3.1. Örnek Alanların Sayısı, Yerleri, Şekli ve Büyüklüğü

Saçlı meşe meşcerelerinin değişik yetişme ortamlarından ve değişik yaş sınıflarından, doğal, saf, aynı yaşlı ve kapalılığı bozulmamış-kırılmamış meşcereler, arazi incelemeleri sonucunda, belirli vasıflara sahip meşcereler içerisinde (yaş, sıklık, bonitet, kapalılık vb.) rastgele belirlenmiştir. Bu çalışma aynı yaşlı ormanlar için gerçekleştirildiğinden her yaş sınıfında olabildiğince eşit ya da eşite yakın örnek alan alınmasına çalışılmıştır. Saçlı meşenin yayılışının yoğun olduğu çap sınıfları, farklı yükseklik basamakları, farklı bakı ve sırt, dere, yamaç gibi farklı yeryüzü şekilleri de örnek alanların yerlerinin belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

Arazi envanter çalışmaları, Saçlı meşede çap artımının oldukça yavaşladığı Eylül-Kasım dönem dönemlerinde (genel olarak vejetasyon döneminin sonunda) gerçekleştirilmiştir.

“1 Konu 6 Komşu Ağaç Yöntemi” ile veriler toplanmıştır. Bu yöntemde çap dağılımını gerçeğe yakın olarak kestirebilmek için, bir konu ağaç ve ona en yakın 6 komşu ağacın çap boy ölçümleri yapılmıştır. Örnek alanlar meşcere kapalılığına göre 400, 600, 800 m² alınmıştır. Örnek alan alınmasının nedeni, saçlı meşeye ait yetişme ortamı verim gücü (bonitet) tablosu olmadığından, meşcere üst boyunu temsil eden ağaçların alan içerisinde doğru belirlenmesini sağlamak ve örnek alanların bonitetini belirleyerek yetişme ortamına göre hacim ve hacim artım tablolarını üretebilmektir.

3.3.2. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçme ve Tespitler

Örnek alanlarda, örnek noktalarda ve örnek ağaçlarda ölçme ve gözlem sonucu elde edilecek verilerin yazılıp ve kaydedileceği örnek alan ve örnek ağaç envanter karneleri (gövde analizi için) geçmiş dönem çalışmalarından da yararlanılarak amaca uygun olarak yeniden geliştirilmiştir.

Çalışma kapsamında; 109 adet geçici örnek alan belirlenmiştir. Örnek alanda; bölge müdürlüğü, işletme müdürlüğü ve işletme şefliğinin adları, örnek alanın coğrafi mevki (UTM- ED1950 projeksiyon sistemine göre), örnek alan numarası, örnek alan büyüklüğü, örnek alanın meşcere tipi, kapalılık derecesi, denizden yüksekliği (rakım), arazi durumu, bakı, eğim, ölçme tarihi, envanteri yapan teknik personelin adı – soyadı genel bilgiler elde edilmiş ve “[Örnek Alan Envanter Karnesi](#)”ne (Ek:1) kaydedilmiştir.

Meşcere içerisindeki örnek ağaçların seçiminde öznel yaklaşımdan uzaklaşmak için *1 Konu 6 Komşu ağaç yönteminden* faydalanılmıştır. Bu amaçla; örnek ağaçların belirleneceği meşcere içerisinde gözlem yapılarak, meşcerenin en iyi temsil edileceği düşünülen alanda bir merkez ağacı seçilmiştir. Merkez ağacına en yakın olan galip, müşterek galip ve ara tabakada yer alan (azman yapıdaki ağaçlar ile alt tabakada bulunan ancak hayatini devam ettiremeyecek olan fertler hariç) altı ağaç belirlenmiştir. Örnek alan merkezine en yakın kısımda kalan bu ağaçların çap, boy, tepe tacı genişliği, kabuk kalınlığı vb. parametreler ölçülmüştür.

Meşcere hacim ve hacim elemanları, yaş ve yetişme ortamlarına göre değiştiğinden, örnek alanların orta yaşlarının yanında yetişme ortamının verimlilik ölçülerinin de (bonitet) bilinmesi gerekmektedir. Yetişme ortamlarının verimliliklerini ölçmek, bunları derecelendirmek ve yetişme ortamları arasındaki farkları ortaya koymak için bir ölçüğe ihtiyaç vardır (Akalp, 1978b).

Örnek alanın yeri ve merkezi, alandaki ağaçların çapları ile boylarını en iyi yansıtabilecek şekilde belirlendiğinden bu yedi ağaçtan birisi bonitet ağacı olmak şartıyla üç adeti gövde analiz çalışmaları için kesilmiştir. Saçlı meşeye ait bonitet endeksleri tablosu bulunmadığından, örnek alan içerisindeki ağaçlardan, üst boyağı Saçlı Meşe bireylerinden (dominant özellik gösteren ağaçlardan) yararlanarak bonitet tespitleri de yapılmıştır. Bonitet ağaçları örnek alanın içerisinde belirlenerek numara verilmiş ve onların çap, boy ve kabuk kalınlıkları da ölçülmüştür. Ayrıca örnek alanın merkezinden meşcerenin hektardaki göğüs yüzeyi miktarı da Kramer-Akça Releskobu ile saptanmıştır. Örnek alanlarda yapılan iş ve işlemlerin bir kısmı Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.3. Örnek alanlarda yapılan arazi çalışmaları

3.3.3. Örnek Ağaçlarda Yapılan Ölçme ve Tespitler

Saçlı meşenin tek ve çift girişli hacim tabloları ile hacim artım tablosunu yetiştirme ortamı verim gücüne (bonitet) göre düzenlemek için toplam 109 adet geçici örnek alandan veri toplanmıştır.

Örnek alanlarda, gövde analizi yapmak için 317 adet örnek ağaç kesilmiş ancak bunların 316'sından faydalanılmıştır. 316 örnek ağaca ait yaş, çap, boy, çift kabuk kalınlığı vb. parametrelere ait değerler **EK: ?'te** verilmiştir.

316 örnek ağaçtan türetilmiş olan 2813 periyodik ağaç verisi hacim tablosunun yapımında kullanılmıştır. Bu verilerden yararlanarak dolaylı yoldan meşcere hacim elemanları da belirlenmiştir. Saçlı meşe hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan türetilmiş periyodik ağaçların, çap-yaş basamaklarına dağılımına **Çizelge 3.1'de**, çap-boy basamaklarına dağılımına ise **Çizelge 3.2'de** yer verilmiştir.

Çizelge 3.1. Hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan periyodik ağaç boylarının, periyodik yaşlara göre dağılımları

Periyodik Yaşlar (Yıl)	Periyodik Ağaç Boyu (m)																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Toplam
5	54	75	137	45	5																								316
10	15	11	42	53	95	60	31	7	2																				316
15	2	9	10	18	32	67	73	45	39	12	7	2																	316
20		2	4	9	17	26	33	59	65	34	22	19	7	5															302
25		1	3	1	7	18	17	25	41	52	34	31	16	8	1	6													261
30			2	2	1	9	12	15	20	49	33	37	17	22	11	6	5	1											242
35				3	2	5	6	7	15	22	37	32	28	11	15	5	8	3	1										200
40					4	1	3	5	7	11	12	19	25	26	11	9	3	2											138
45					1	2	2	1	6	3	7	9	15	15	24	8	7	3											103
50						1	3	1	2	4	6	6	8	14	12	20	5	5	5										92
55						1	1	3	1	3	5	4	4	12	10	14	11	5	4	5	1								84
60							1		2	2	1	6	3	4	9	11	8	11	6	4	2								70
65							1		1	1	3	1	6	1	7	8	7	9	7	8	1	2							63
70								1		1	2	2	3	3	4	7	5	4	7	8	5	1	1						54
75												3	2	2	3	6	2	4	5	7	5	2	1						42
80													3		2	3	6	2	2	4	5	3	1						31
85														1	2	2	7	3		3	3	4	1						26
90																1	5	2	4	1	2	4	2	1					22
95																1	3	2	2	3	2	3	4	1	1				22
100																	2	4	1	2	2	1	5	3	1	1			22
105																		1	3	1	1	3	2	5					18
110																		1	3		1		4	3	3	1	1		17
115																		1	1	2		1	1	6	3		2		17
120																		1		3		1	1	2	3	3	1	1	16
125																		1		1	2		1	2	3	2	2	1	15
130																		1				1		1		2			5
135																						1			1				2
140																													1
Toplam	71	98	198	131	164	190	183	169	201	194	169	171	137	124	111	107	84	66	51	52	32	27	25	24	15	11	6	2	2813

Çizelge 3.2. Hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılan periyodik ağaçların çap-boy dağılımı

Göğüs Çapı (cm)	Periyodik Ağaç Boyu (m)																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Toplam
1	71	39	2																										112
2		46	84	3																									133
3		10	74	36	3																								123
4		1	25	33	21	1																							81
5		1	7	34	41	20	3																						106
6		1	5	13	55	47	23	2																					146
7				6	21	41	45	19	9	1																			142
8				4	11	43	34	37	20	5	1																		155
9					5	20	29	26	45	19	8	1																	153
10				1	3	6	21	33	26	31	17	8	2	2															150
11					4	12	24	33	35	20	17	8	1	1		1													156
12				1		3	7	8	19	31	30	23	13	7	1														143
13			1			1	3	8	21	20	26	23	13	13	5	3													137
14					1		1	3	12	15	19	21	18	20	5	4		1											120
15					1	1	2	2	4	15	16	25	15	20	13	7	3												124
16							1	2	2	9	10	19	20	18	13	5	6	1	1										107
17					1	1			2	3	8	12	8	11	20	16	5	6	1	1									95
18					1		1	1	2	1	5	7	14	10	17	9	9	7	2	3									89
19								1	2	2	2	5	8	10	10	17	11	4	6	3	1								82
20					1		1			2	1	3	6	5	7	11	13	5	4	6	2	1							68
21						1	1	1	1	1	1	3	2	3	10	11	8	11	4	2	4	1	1						65
22					1						1		3		6	3	7	6	8	8	3	1		1					48
23									1		2	1	1	2	1	7	6	2	9	7	2	3	1		1				46
24									1	1		1	2			3	6	6	3	6	7	1	3		1				41
25								1				1				4	1	5	2	3	6	3	1	1		1			29
26													2			3	1	4	3	1	1	6	3	1	1				26
27									1					1		2	3	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1		21
28													1			1	1	2	3	2		2	2	3		1			18
29										1						1	2	2			2		3	3		1	1		16
30														1			1	1	1				1	7		1	1	1	15
31										1								2	1	1		2		3	2				12
32										1					1				1	3				1	3		1	1	12
33											1								1	1	1	1	1		2	1			9
34											1										1	1	1		1	1			6
35												1										2		1	1		1		6
36													1										1		2	1		1	6
37															1						1			1			1		4
38																							1		1	1			3
39																						1		1					2
40																							1		1				2
41																							1						1
42																								1			1		2
44																											1		1
Toplam	71	98	198	131	164	190	183	169	201	194	169	171	137	124	111	107	84	66	51	52	32	27	25	24	15	11	6	2	2813

*

3.3.4. Gövde Analizi ile İlgili Ölçümler

Gövde üzerindeki ölçümler göğüs yüksekliği ($d_{1,30}$) esas alınarak yapıldığından, ağaç kesilmeden önce göğüs yüksekliğinin yeri ve ağacın kuzey yönü belirlenmiştir. Ağaç kesildikten sonra tüm ölçümler göğüs çapının yeri olarak işaretlenmiş noktaya göre belirlenmiştir. Çalışmada seksiyon uzunlukları 2 m alınmıştır. İlk seksiyon 0,30-2,30 m arasında olup, kesit seksiyonun orta noktası olan 1,30 m'de alınmıştır. Diğer kesitler de aynı esasa göre her seksiyonun ortasında 3.30, 5.30, 7.30 ..., metrelerde alınmıştır. En son parça 1 metre ve daha fazla olması durumunda bu parça da bir seksiyon olarak kabul edilmiş ve ortasından bir kesit daha alınmıştır. Kalan parça 1 metreden kısa olması durumunda ise, bu parça, bir önceki seksiyona katılmış ve ortasından son kesit alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Örnek ağaçların seksiyonlara ayrılması, kesitlerin alınması ve ölçümlerin yapılması

Geniş yapraklı orman ağaçlarında gövde analizi ana gövdenin devam ettiği ve uç dalın 4 cm ye düştüğü yere kadar alınmakta ve gövde analizi bu aralıkta yapılmaktadır. 4 cm'nin altında kalan kısımlar gövde odunu olarak değil dal odunu olarak kabul edilmektedir (Burkhart ve Tome, 2012). Bu çalışmadaki gövde analizi ölçümleri belirtilen esaslar doğrultusunda ağacın toprak seviyesinden gövdenin 4 cm ye düştüğü (ağaç gövde boyu) kısma kadar yapılmıştır (Şekil 3.4). Bu çalışma kapsamında, arazi iş aşamasında, geçici örnek alanlarda ve örnek noktalarda kesilen 316 adet ağaçtan, 2 m seksiyon uzunlukları arasında, yaklaşık 5 cm kalınlığında 2813 adet kesit alınmıştır.

3.3.5. Örnek Ağaçlardaki Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada kesilen ağaçlara ait tüm kesitler büroya getirilmiş, kesitlerin analizinin yapılması için zımparalanmış ve kesitler taranarak bilgisayara aktarılmıştır. Kesitlerin yıllık halka sayıları ile yıllık halka genişliklerinin belirlenmesi işlemleri WinDENDRO yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Kesitlerin gövde analiz sonuçlarından yararlanarak yaşın belirlenmesi.

Örnek alanlarda kesilen 316 adet örnek ağacın kabuklu kütük çapında ($d_{0,30}$) alınan kesit yüzeyi üzerindeki halkalar sayılarak ağaçların yaşı tespit edilmiştir. Meşe baltalıklarında kütük yüksekliğinden dolayı, sayılan yaşa eklenmesi gereken miktar için, bir yaşındaki meşcerelerde ve ocaklarda çok sayıda ölçüm gerçekleştirmiştir. Ölçümler sonucunda sürgünlerin ortalama boyu 35 cm'den aşağı düşmediği için dip kütük yaşını ağacın yaşı olarak kabul etmiştir. Bu çalışmada ise arazide yapılan ölçümler, inceleme ve gözlemler ile bürodaki gövde analizi çalışmalarında sürgün kökenli Saçlı meşe bireylerinin ilk yıllık sürgünlerinin boylarının ortalama 20-35 cm olduğu ortaya konulmuştur. Bu sonuç dikkate alınarak $d_{0,30}$ kesit yüzeyi üzerindeki halka sayılarına genel olarak 1 yaş ilave edilmiştir.

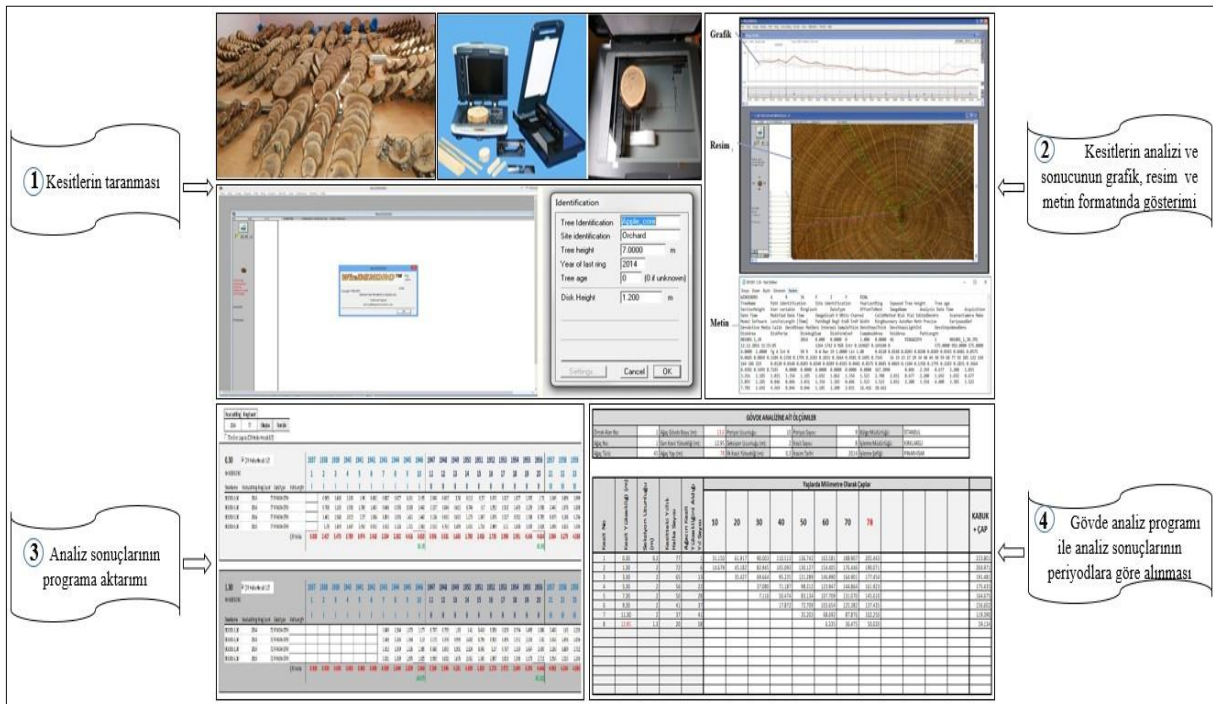
3.3.6. Gövde Analizi ve Hesaplamalar

Ağaç gövdesinin hacmi; kesilerek bölümlenme (seksiyon) yöntemi, şekil katsayısı gibi gövdenin oransal değerleri yardımı ile ya da hazır “ağaç hacim tabloları” kullanılarak Pressler yöntemine göre bulunabilmektedir (Kalıpsız, 1999).

Bir gövde hacminin en sağlıklı şekilde belirlenmesi bölümlenme yöntemiyle yapılmaktadır. Burada gövdenin belli yaşlardaki hacimlerini bölümlenme yöntemi ile bularak farklarını almak suretiyle periyodik hacim artımları da en sağlıklı şekilde elde edilmiş olacaktır (Fırat, 1973).

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi ve konuyla ilgili çeşitli yazılımların geliştirilmesiyle birlikte çok sayıda alınan örnek ağaçlara ait bilgilerin üretilmesi ve hesap işlerinin yapılması artık daha kolay, hızlı, doğruluk derecesi daha yüksek bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Şahin, 2020).

Bu çalışmada, kesitler zımparalanıp, yüksek çözünürlüklü Epson LA2400 Scanner ile tarandıktan sonra yıllık halka sayımı, halka genişlikleri ile kabuk kalınlıklarını ölçme işlemi WinDENDRO yazılım programı ile gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar yazılım programı, üretilen veriyi metin belgesi (.txt) olarak kaydetmektedir (Şekil 3.6). Çalışmada gövde analizi gerçekleştirilen tüm kesitler için; metin belgesi (.txt), görüntü (tiff) ve grafik olarak programla üretilmiş olan veriler her ağaca ait ayrı klasörlere kaydedilmiştir. Halkaların sayımı ve genişliklerinin hesaplanmasında kullanılan WinDENDRO ile yıllık halka genişliği belirleme yöntemi, zaman açısından tasarruf sağladığı gibi kesit yüzeyi üzerindeki her halkanın genişliğinin belirlenmesini de sağlamaktadır. Dolayısıyla elde edilen veriler yıl esaslı değerlendirildiği gibi periyot halinde de değerlendirilebilmektedir.



Şekil 3.6. Gövde analizi iş akışı ve gövde analizi yazılımı ile çap, boy, hacim ve artımın hesaplanması

Geçmiş dönemlerde yaptığımız gövde analiz çalışmalarını da dikkate aldığımızda, saçlı meşenin ilk yıllardaki çap ve boy artımı sapsız meşe ve Macar meşesine göre daha fazladır. Saçlı meşenin büyümesi, zengin tohum tutma sıklığı ile gençleştirme süresi de dikkate alınarak büyüme ve artım ilişkilerini ortaya koymak için hacim ve hacim elemanlarının hesaplanması için periyot genişliği 5 yıl olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu veriler Özdemir ve Özdemir (2016) tarafından MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak oluşturulan gövde analizi programına aktararak 5'er yıllık periyotlara göre çap, boy, hacim ve hacim artımı değerleri hesaplanmış ve tüm ağaçların boylanma eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.7).

Özdemir ve Özdemir (2016) tarafından oluşturulan gövde analizi programında, periyodik yaşlardaki gövde hacim değerlerinin bulunabilmesi için periyodik yaşlardaki ağaç boylarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla oluşturulan gövde analizi programında iki farklı yaklaşım izlenmekte olup, bu çalışmada birinci yaklaşımdan yararlanılmıştır. Birinci yaklaşımda,

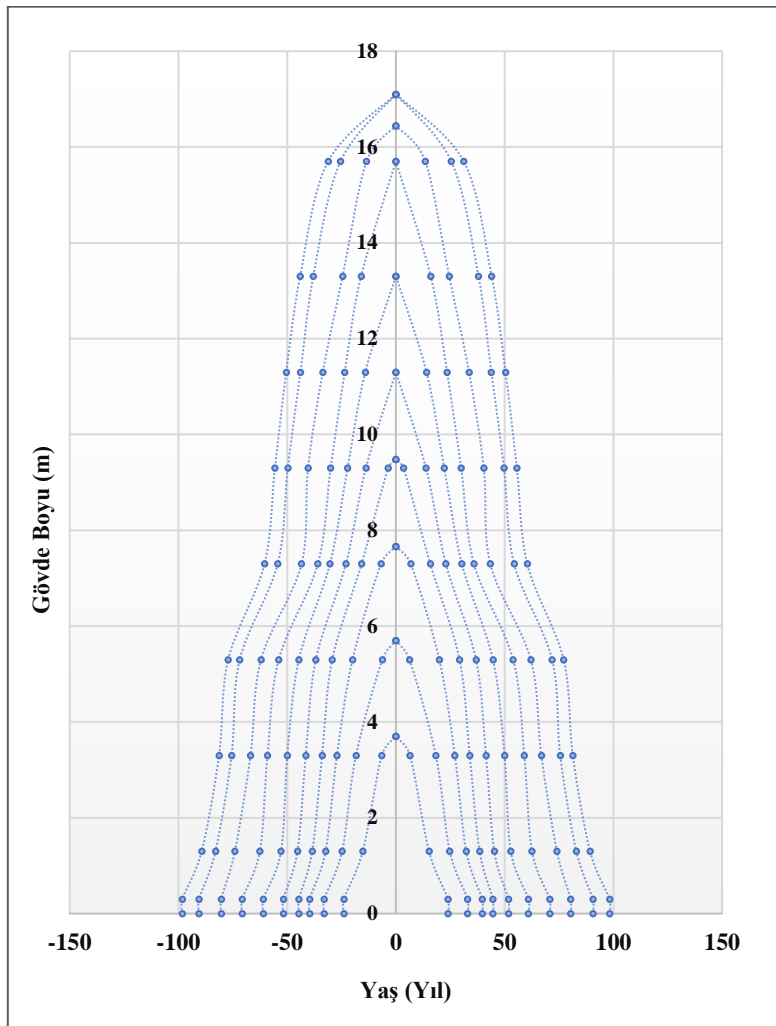
öncelikle kesitteki yıllık halka sayıları ile ağaç yaşı arasındaki farklar hesaplanarak ağacın her bir kesit yüksekliğine ulaşma yaşları hesaplanmaktadır. Daha sonra kesit yüksekliği bağımlı, ağacın bu kesit yüksekliklerine ulaşmak için aldığı yıl sayısı bağımsız değişken alınarak boylanma modeli oluşturulmaktadır. Bu modellerden ilki Prodan tarafından önerilen, boylanma eğrisinin bilinen genel şekline uygun olan ve birçok araştırmacı tarafından (Akalp, 1978a; Asan, 1984; Usta, 1991; Erkan, 1996; Özcan, 2003; Çatal, 2009; Şenyurt, 2011) kullanılan boylanma modelidir (Denklem 3.1).

$$h = \frac{t^2}{\beta_0 + \beta_1 * t + \beta_2 * t^2} \quad (3.1)$$

h: Kesit yüksekliği (m),

t: Kesit yüksekliğine ulaştığı yıl sayısı Yaş (Yıl),

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$: Denkleme ait katsayılarıdır.



Şekil 3.7. Gövde analizi programı ile ağaçların boylanma eğrilerinin elde edilmesi

Gövde analizi programı kapsamında yukarıdaki modelin katsayıları, belirtme katsayısı, standart hatası, denklemin anlamlılığını gösteren F katsayısı gibi modele ait istatistiklerde hesaplanmaktadır. Katsayıları hesaplanan bu modele göre ağacın istenen dönem (periyot) uzunluklarına göre periyodik yaşlardaki boyları tahmin edilmektedir (Özdemir ve Özdemir, 2016).

3.3.7. Hacimlerin Hesaplanması

Bu çalışmada meşcere hacmi belirlenirken örnek ağaç yönteminden faydalanılmış olup, çalışmada kullanılan örnek ağaçların hacim elemanları ve kabuksuz-kabuklu gövde hacimleri **EK: 2** ve **EK: 3'te** verilmiştir. Gövde analizi yapılan 316 ağaçtan türetilen toplam 2813 gövdenin hacimlendirilmesi aşağıda açıklandığı gibi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde örnek ağaç üç bölüme ayrılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

- a) Toprak seviyesi ile yerden 0,30 m yüksekliğe kadar olan kısmının hacmi (Dip kütük yüksekliği hacmi) aşağıda verilen **3.2 formül** yardımıyla;

$$V_{\text{dip}} = \frac{\pi}{4} * d_{0,30}^2 * 0,30 \quad (3.2)$$

- b) 0,30 m yükseklikten uç parça uzunluğunun başladığı yere kadar olan bölüm. Ağaç gövdesinin en büyük bölümünü oluşturan ve şeklen silindire benzeyen, her biri 2 metrelik bölümlerden (seksiyon) oluşan kısmın hacmi (Silindirik gövde hacmi) aşağıda verilen **3.3 formül** yardımıyla;

$$V_s = \frac{\pi}{4} (d_{1,30} + d_{3,30} + \dots)^2 * 2 \quad (3.3)$$

- c) Ağaç boyunun son kısmını oluşturan uç parçanın hacmi (Uç parça hacmi) ise aşağıda verilen **3.4 formül** yardımıyla;

$$V_{\text{uç}} = \frac{1}{3} * \frac{\pi}{4} * d_{\text{tbn}}^2 * L_{\text{upu}} \quad (3.4)$$

Toplam gövde hacmi ise; dip kütük hacminin, (V_{dip}), silindirik gövde hacminin (V_s) ve uç parça hacminin toplanmasıyla ($V_{\text{uç}}$) elde edilmiştir (**Denklem 3.5**).

$$V_{\text{top}} = V_{\text{dip}} + V_s + V_{\text{uç}} \quad (3.5)$$

Bu çalışmada, örnek alanlarda kesilen örnek ağaçlardan, gövde analizi yöntemiyle elde edilen periyodik ağaçların hacimleri, bu ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu değerleriyle ilişkiye getirilip, **regresyon analizi yöntemi** kullanılarak ağaçların hacimlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Hacim tabloları düzenlenirken örnek ağaçların kabuklu göğüs çaplarının ve kabuklu hacimlerinin bilinmesi gerekmektedir. Gövde analizinde kullanılan 316 adet ağaçtan elde edilen kabuklu göğüs çapları ile kabuksuz göğüs çapları ilişkisini ortaya koyan **4.6 nolu denklem** denklemden yararlanılarak gövde analizinde elde edilen kabuksuz çap değerlerine karşılık gelen kabuklu çap değerleri hesaplanmıştır. Gövde analizi çalışması sonucunda türetilen yaklaşık 2813 adet periyodik gövdenin hem çift kabuk kalınlıkları hem de kabuklu gövde hacim değerleri belirtilen yöntemler kullanılarak elde edilmiştir.

3.3.8. Hacim Tablolarının Düzenlenmesi

Ülkemizde bugüne kadar meşe ile ilgili yapılan hacim tabloları incelendiğinde; sapsız meşe (Şahin, 2020) için bölgesel ve saçlı meşe (Gencal, 2019) için ise lokal ölçekte, Macar meşesi için ülke genelinde (Şahin ve ark., 2021) tür bazında hacim tablolarının hazırlandığı görülmektedir.

Ormancılık uygulamalarında ve hızlı bir orman envanteri ile planlama çalışmaları için “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları” oldukça yararlı olup çalışmalarda kolaylıklar sağlamaktadır. Ancak bu tablolar farklı bonitet sınıflarında verdiği sonuçlar yeterli duyarlılıktan uzaktır. Çift girişli ağaç hacim tablolarında ise göğüs çapına ek olarak ağaç boyunun da kullanılması tek girişli ağaç hacim tablolarına göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada, saçlı meşe için hem bonitet farklarını dikkate alan hem de bonitet ayrımı gözetmeyen tek ve çift girişli hacim tabloları düzenlenmiştir.

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde oldukça fazla sayıda ve karmaşık modeller kullanılmaktadır. Bu çalışmada istatistik bakımdan uygun regresyon modelinin kararlaştırılmasında, en çok kullanılan modellerden 10 adet tek girişli hacim tablosu denklemi ile 10 adet çift girişli hacim tablosu denklemi denenmiştir.

Denenen “Tek Girişli Hacim Tablosu” denklemleri;

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d^2 \quad (\text{Kopetzky – Gerhardt}) \quad (3.6)$$

$$V = \beta_1 * d + \beta_2 * d^2 \quad (\text{Dissescu – Meyer}) \quad (3.7)$$

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d^2 \quad (\text{Hohenadl – Krenn}) \quad (3.8)$$

$$V = \beta_1 * d^{\beta_2} \quad (\text{Berkhout}) \quad (3.9)$$

$$\log V = \beta_0 + \beta_1 * \log d \quad (\text{Berkhout}) \quad (3.10)$$

$$\log V = \beta_0 + \beta_1 * \log d + \beta_2 * \frac{1}{d} \quad (\text{Brenac}) \quad (3.11)$$

$$\log V = \beta_0 + \beta_1 * \log d + \beta_2 * (\log d)^4 \quad (3.12)$$

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 * \ln d \quad (3.13)$$

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 * \ln d + \beta_2 * \frac{1}{d} \quad (3.14)$$

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 * \ln d + \beta_2 * (\ln d)^4 \quad (3.15)$$

Denenen “Çift Girişli Hacim Tablosu” denklemleri;

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d^2 + \beta_2 * d^2 * h + \beta_3 * h^2 + \beta_4 * d * h^2 \quad (\text{Näslund}) \quad (3.16)$$

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d * h + \beta_3 * d^2 + \beta_4 * h + \beta_5 * d^2 * h \quad (\text{Spurr}) \quad (3.17)$$

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d * h + \beta_3 * d^2 + \beta_4 * d^2 * h \quad (\text{Meyer}) \quad (3.18)$$

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d^2 + \beta_2 * h + \beta_3 * d^2 * h \quad (\text{Stoate}) \quad (3.19)$$

$$V = \beta_0 + \beta_1 * d^2 * h \quad (\text{Kombine değişken}) \quad (3.20)$$

$$V = \beta_0 * d^{\beta_1} * h^{\beta_2} \quad (\text{Schumacher – Hall}) \quad (3.21)$$

$$V = (d^2 * h) * (\beta_0 + \beta_1 * d) \quad (\text{Ogaya 1970}) \quad (3.22)$$

$$\log V = \beta_0 + \beta_1 * \log d + \beta_2 * (\log d)^2 + \beta_3 * \log h + \beta_4 * (\log h)^2 \quad (3.23)$$

$$\log V = \beta_0 + \beta_1 * \log d + \beta_2 * \log \left(\frac{h^2}{h - 1,30} \right) \quad (3.24)$$

$$\log v = \beta_0 + \beta_1 * \log d + \beta_2 * \log h \quad (3.25)$$

V: Dip kütük dâhil gövde hacmi (m³),

d: Kabuklu göğüs yüksekliği çapı (cm),

h: Ağaç boyu (m),

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: Sabit ve fonksiyon katsayılarını göstermektedir.

3.3.9. Değerlendirme Yöntemleri

3.3.9.1. En uygun modellerin seçimi

Denenen denklemler içerisinde en iyi sonuç veren hacim denklemini belirlerken, ölçülen gerçek değerlerle modelin hesapladığı değerler arasındaki farklılıklara (residual) dayanan dokuz ölçüt kullanılmıştır. Bunlar; Ortalama hata: \bar{D} , Ortalama mutlak hata: $|\bar{D}|$, Hataların standart sapması: S_D , Açıklanan varyans yüzdesi: PVE, Toplam hata yüzdesi: TH, ve Ortalama mutlak hata yüzdesi: MH, Akaike bilgi kriteri: AIC, Schwarz Bayesyan kriteri: SBC, Hata kareler ortalamasının karekökü: RMSE ölçütlerinden oluşmaktadır.

Kullanılan dokuz ölçütten toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi en uygun hacim denkleminin belirlenmesi için birçok araştırımcı tarafından yeterli görülmektedir (Kalıpsız, 1999). Bazı denklemler oldukça benzer sonuçlar verdiğinden toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi sonuçlarına ek olarak ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması ve açıklanan varyans yüzdesi değerlerine bakılarak en uygun denklem belirlenmektedir. Ayrıca Akaike bilgi kriteri, Schwarz Bayesyan kriteri ve hata kareler ortalamasının karekökü ölçütleri de en uygun regresyon denkleminin seçiminde kullanılmaktadır (Yavuz ve Sakıcı, 2002; Pehlivan, 2010; Özçelik ve Karaer, 2016).

Yavuz (1999) güvenilir bir ağaç hacim denkleminin ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, toplam hata yüzdesi, ortalama mutlak hata yüzdesi, hata kareler ortalamasının karekökü, Akaike bilgi kriteri ve Schwarz Bayesyan kriteri değerlerinin sıfıra en yakın olması, açıklanan varyans yüzdesi (belirtme katsayısı) değerlerinin ise büyük olması gerektiğini belirtmiştir.

Denenen denklemler içerisinde en iyi sonuç veren hacim denklemini belirlerken başarı ölçütlerinin tümünü bir başarı sıralamasına göre sıralayan Rank puanlama sistemi kullanılmıştır. Uygun hacim denklemine karar verebilmek için belirtilen dokuz ölçütten açıklanan varyans yüzdesinin en yüksek, diğerlerinin ise en düşük puanı alması başarı sıralamasında dikkate alınmıştır.

Bu çalışmada da aşağıda belirtilen dokuz uygunluk ölçütüne göre en uygun gövde hacim denklemi belirlenmiştir. Bu ölçütlerden *ortalama hata*, *ortalama mutlak hata*, *hataların standart sapması*, *toplam hata yüzdesi*, *ortalama mutlak hata yüzdesi*, *hata kareler ortalamasının karekökü*, *Akaike bilgi kriteri* ve *Schwarz Bayesyan kriteri* değerlerinin sıfıra en yakın olanından, 1 (bir) sıra numarasından, başlayarak sıralamalar *nispi (orantısal) ranking tekniğine* göre yapılmıştır. *Açıklanan varyans yüzdesi* ölçütünde ise en yüksek değere 1 (bir) sıra numarası verilecek ve aynı şekilde sıralamalar giderek *nispi (orantısal)* artacak bir şekilde *ranking tekniğine* göre sıralanmıştır. Her bir ölçüt için yapılan bu sıralamalardan elde edilen puanlar denenen gövde hacim denkleminin ölçüt puanını oluşturmaktadır. Bu sıralamaya göre en küçük puana sahip hacim denklemi en uygun regresyon modeli olarak seçilmiştir.

Hacim denkleminin seçimi için yapılan istatistikî analizlerde MS Excel 2013 ve IBM SPSS Statistics 23 paket programlarından yararlanılmıştır.

Modellerin belirlenmesinde kullanılan uygunluk ölçütleri;

1 - Ortalama hata (Average residual or bias);

$$\bar{D} = \frac{(\sum D_i)}{N} \quad (3.26)$$

2 - Ortalama mutlak hata (Average absolute residual);

$$|\bar{D}| = \frac{(\sum |D_i|)}{N} \quad (3.27)$$

3 - Hataların standart sapması (Standart deviation of the residual or precision);

$$S_D = \sqrt{\frac{(\sum D^2) - ((\sum D)^2 / N)}{(N - 1)}} \quad (3.28)$$

4 - Açıklanan varyans yüzdesi (Percent variation explained);

$$\%PVE = \left\{ \frac{(\sum (V_i - V_{ort})^2 - (\sum D^2))}{\sum (V_i - V_{ort})^2} \right\} 100 \quad (3.29)$$

5 - Toplam hata yüzdesi (% error);

$$\%TH = \left\{ \frac{(\sum (V_i - \hat{V}_i))}{\sum V_i} \right\} 100 \quad (3.30)$$

6 - Ortalama mutlak hata yüzdesi (% absolute error);

$$\%MH = \left\{ \frac{(\sum |V_i - \hat{V}_i|)}{\sum V_i} \right\} 100 \quad (3.31)$$

7- Akaike bilgi kriteri (AIC: Akaike Information Criterion);

$$AIC = n \cdot \ln \left(\frac{\sum (W_i^t - W_i)^2}{n} \right) + 2k \quad (3.32)$$

8- Schwarz Bayesyan kriteri (SBC: Schwarz – Bayesian Information Criterion);

$$SBC = n \cdot \ln \left(\frac{\sum (W_i^t - W_i)^2}{n} \right) + k \cdot \ln(n) \quad (3.33)$$

9 – Hata kareler ortalamasının karekökü;

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (W_i^t - \sum W_i)^2}{n - k}} \quad (3.34)$$

D_i : $V_i - \hat{V}_i$,

V_i : Ölçülen ağaç hacmi,

\hat{V}_i : Denklemden hesaplanan ağaç hacmi,

V_{ort} : Ölçülen ortalama ağaç hacmi,

N : Örnek ağaç sayısını

W_i : Bağımlı değişkenin ölçülen değerleri,

W_i^t : Bağımlı değişkenin regresyon modeli ile tahmin edilen değerleri,

W_{ort}^t : Bağımlı değişkenin regresyon modeli ile tahmin edilen değerler ortalaması,

n : Veri sayısı,

k : Parametre sayısını ifade etmektedir.

Seçilen regresyon modelinin *belirtme katsayısının* en yüksek, *standart hatasının* da en düşük olan model olup olmadığı da regresyon modelinin seçiminde dikkate alınmıştır. Logaritmik denklemler ile yapılan tahminlerdeki sistematik hataların giderilmesi için, düzeltme faktörü (df) hesaplanmıştır.

3.3.9.2. Seçilen modellerin uygunluğunun denetlenmesi

En uygun ağaç hacim denklemi belirlendikten sonra yapılması gereken önemli bir işlem de belirlenen regresyon modelinin Saçlı Meşe meşcerelerine uygunluğunun test edilmesidir. Regresyon modelinin uygun olmayacağından kuşku duyulması halinde eşleştirilen örneklerin varyanslarının eşit olup olmadığı *t - testi* ile test edilir. Eğer örneklerin varyanslarının eşit olduğu sonucuna varılırsa “*Eşlendirilmiş t - testi*”, eşit olmaması durumunda ise “*Wilcoxon testi*” ile analiz gerçekleştirilir (Kalıpsız, 1999; Yavuz, 1999; Pehlivan, 2010).

Bu çalışmada yukarıda belirtilen dokuz ölçütün puanlamasına göre belirlenmiş olan regresyon modelinin, çalışma alanındaki Saçlı Meşe meşcerelerine uygunluğunu ortaya koymak için ayrıca “*Eşlendirilmiş t - testi*” ile test edilmiştir. Bu amaçla kullanılan hacim denklemleri içerisinde en iyi sonucu veren hacim denklemleri belirlendikten sonra, denklemlerin çalışma alanındaki Saçlı Meşe meşcerelerine uygun olup olmadığını denetlemek amacıyla toplam verinin yaklaşık %15’inden yararlanılmıştır. Örnek ağaçların 272 adeti model, 44 adeti ise test verisi olarak kullanılmıştır. Bu ağaçlar seçilirken; öncelikle örnek alandaki ağaçların tümünün aynı anda ya test ya da model verisi olmasına dikkat edilmiştir. Veriler parçalanmamıştır. İkincisi her çap ve yaş sınıfından olmasına, üçüncü olarak da farklı yetiştirme ortamlarını yansıtmasına dikkat edilmiştir.

Test verisi, tüm ağaçlar içerisinde tesadüfi (rasgele) olarak seçilmiştir ve bu veriler model için kullanılan verilere hiçbir şekilde dahil edilmemiştir.

Hacim denkleminin seçimi için yapılan istatistik analizlerde MS Excel ve SPSS Statistics paket programlarından yararlanılmıştır.

En iyi sonuç veren tek ve çift girişli hacim denklemlerinden yararlanılarak hacim tabloları oluşturulmuştur.

3.3.10. Artım Yüzdesinin Hesaplanması

Hacim artımı, bir meşcerenin doğrudan verim gücünü ifade etmektedir. Bu nedenle bonitetle en fazla ilişkili olan bir hacim elemanıdır. Çok farklı yaşam çağlarında bulunan meşcerelerin yıllık hacim artımlarının da çok değişik olması normaldir (Kalıpsız, 1988; Saraçoğlu, 1988).

Hacim artımının belirlenmesinde çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kalıpsız (1999) örnek ağaçların hacim artımlarının, duruma ve olanaklara göre; gövde analizi ağaç hacim tablosundan fark yöntemi ya da hacim artımı yüzdesi yardımıyla belirlenebileceğini ifade etmektedir.

Bir ağacın artım miktarı (I_v), onu meydana getiren büyüklüğe (V) oranlanarak, artım yüzdesi hesaplanmaktadır.

$$P_v = \frac{i_v}{v} 100 = \frac{abd^{b-1}id}{ad^b} 100 \quad (3.35)$$

P_v : Hacim artım yüzdesi,

i_v : Hacim artımı (dm^3),

V : Hacim (dm^3),

d : Göğüs çapı (cm),

i_d : Göğüs çapı artımı (cm),

a : Üslü hacim fonksiyonunun sabit katsayısı,

b : Üslü hacim fonksiyonunun regresyon yükü değeri,

Bir yıllık cari artımın sağlıklı bir şekilde belirlenmesi zor olduğundan bunun yerine kısa bir periyodun ortalama artımı alınmaktadır. Periyodik ortalama artımın gelişimi cari artıma nazaran daha düzenli bir seyir gösterdiğinden periyodik hacim artımının belirlenmesi ve kullanılması daha başarılı olmaktadır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1999).

Bu çalışmada hacim artımı, örnek ağaçların gövde analizi sonuçlarından yararlanılarak saptanmıştır. 316 adet örnek ağaçtan türetilen 2813 adet periyodik ağacın gövde analizi, WinDENDRO programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem yardımıyla her yaş kademesindeki yıllık cari hacim artımı yüksek doğruluk düzeyinde belirlenmiştir. Hacim artım değerleri doğrudan gövde analizi sonuçlarından alınmıştır. Yıllık cari hacim artım miktarları belirlenmiş olduğundan bu verilerden doğrudan yararlanmak mümkün olduğu halde, ölçümden kaynaklanan hataları yıla dağıtmak yerine periyoda dağıtılmasını sağlamak ve gövde analizinde oluşturulan 5'er yıllık periyodla uyumlu olması için 5 yıllık periyodik ortalama hacim artım verilerinden hareketle yıllık cari hacim artım elde edilmiştir.

3.3.11. Bonitet Endekslerinin Belirlenmesi

Yetiştirme ortamı verim gücünün ağaç gövde hacim ve hacim artım değerleri üzerindeki etkisini ortaya koymak için saçlı meşenin bonitet endeksleri tablosuna ihtiyaç vardır. Ülkemizde saçlı meşe için bonitet endeksleri tablosu düzenlenmediğinden, bu çalışmanın amaçlarını gerçekleştirmek için ayrıca saçlı meşe için *polimorfik yöntemle* bonitet endeksleri tablosu

düzenlenmiştir. Sürgün kökenli *saçlı meşe* meşcereleri için orman amenajman planlarında idare süresi ortalama olarak 100-120 yıl olarak belirlendiğinden, bu durumda dikkate alınarak standart yaş 50 alınmıştır. Saçlı meşe meşcerelerinin sürgün kökenli olması ve koruya tahvile (dönüştürme) konu olması da standart yaşın belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

Bonitet tablosunun düzenlenmesinde yaş bağımsız değişkeni ile üst boy bağımlı değişkeni arasındaki ilişkiye dayanan ve standart bir yaştaki meşcere üst boyunu endeks alan verilerden yararlanılmıştır. Bonitet endekslerinin belirlenmesinde, gövde analizi yapılan ağaçların bir kısmında yararlanılmıştır. Bu amaçla gövde analizi için her örnek alanda kesilen ağaçların bir tanesinin (farklı yetiştirme ortamlarını yansıtmaları için) meşcere üst boy sınırları içerisinde kalan ağaçlardan seçilmesine dikkat edilmiştir. Örnek alanları en iyi temsil eden, galip tabakadaki en boylu ve kalın çaplı bireylerden seçilerek kesilmiş olan ağaçlardan, geçmişte baskıda kalmadığı gövde analizi ile gözlemlenen ve ileri yaşlı bir ağaç, boylanma eğrisinin elde edilmesinde de kullanılmıştır.

Bonitet eğrilerinin belirlenmesi için, farklı yetiştirme ortamlarındaki meşcerelerin galip tabakasında yer alan 92 ağaç ve bunlardan türetilen 670 adet periyodik ağacın yaş ve boy değerlerinden yararlanarak meşcere üst boyunun belirlenmesi için boylanma eğrileri oluşturulmuştur. Bu eğrilerden yararlanarak ana eğriler oluşturulmuş ve bunlardan elde edilen denklem ve oranlı katsayılarla yararlanarak bonitet tablosu düzenlenmiştir.

Bu araştırmada örnek alanlara ait meşcerelerin üst boyları galip ve ortak galip ağaçların üst boyları yardımıyla belirlenmiş olup, üst boyların dağılımı [Çizelge 3.3](#)'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Örnek alanların ve örnek noktaların ölçülen üst boylarının yaş sınıflarına dağılımı.

Yaş Sınıfları	Örnek Alan Sayısı (Adet)	Ortalama Yaş (Yıl)	Örnek Alanların Üst Boy Dağılımı (m)		
			En Düşük Boy	En Yüksek Boy	Ortalama
I	7				
II	56				
III	19				
IV	14				
V	4				
VI	3				
VII	6				
Genel Toplam	109	47	7	29	14,8

Örnek alanların bonitet endeksleri de standart yaş olarak kabul edilen 50'nci yaşta ulaştıkları ya da ulaşacakları meşcere üst boyuna ait değerler, "*Saçlı Meşe Yetiştirme Ortamı Verim Gücü (Bonitet) Tablosu*"ndan alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Örnek Alanların Bonitet Sınıflarının Belirlenmesi

Çalışmada gövde analizinde kullanılan ağaçların boylanma eğrilerinden yararlanılarak polimorfik yöntemle yetiştirme ortamının verim gücü sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Türetilen bonitet eğrilerinden yararlanılarak, bonitet endeksleri belirlenmiştir. Bonitet endekslerinden yararlanarak örnek alanların standart yaşa göre bonitet endeksleri hesaplanmıştır.

Bu çalışmada, saçlı meşe için standart 50 yaşa göre hesaplanmış bonitet endeks değerleri [Çizelge 4.1](#)'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bonitet sınıflarının alt, üst ve sınıf ortası endeksleri

Bonitet Sınıfı	Bonitet endeksi (m) (60 yaşında)	
	Sınıf sınırlarında	Sınıf ortasında
I	20.00 - 24.00	22.00
II	16.00 - 19.99	18.00
III	12.00 - 15.99	14.00
IV	8.00 - 11.99	10.00
V	4.00 - 7.99	6.00

Bu çalışmada kullanılan materyalin sağlandığı örnek alanların; yaş ve bonitet sınıflarına dağılımları [Çizelge 4.2](#)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Örnek alanların yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı

Yaş Sınıfı	Bonitet Sınıfları					Toplam
	I	II	III	IV	V	
0 - 20						7
21 - 40						56
41 - 60						19
61 - 80						14
81 - 100						4
101 - 120						3
121 - 140						6
Toplam	11	24	41	23	10	109

Bu çalışmada kullanılan örnek ağaçların; yaş ve bonitet sınıflarına dağılımları [Çizelge 4.3](#)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Örnek ağaçların yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı

Yaş Sınıfı	Bonitet Sınıfları					Toplam
	I	II	III	IV	V	
0 - 20	3	5	6	3	3	20
21 - 40	15	32	64	43	18	172
41 - 60	4	16	24	8	3	55
61 - 80	5	14	16	3	2	40
81 - 100	1	1	2	2	1	7
101 - 120	1	1	2	1	1	6
121 - 140	2	2	5	5	2	16
Toplam	31	71	119	65	30	316

4.2. Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Hacim tablolarının düzenlenmesi bu çalışmada dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birinci aşama örnek ağaçların seçimi, ikinci aşama seçilen örnek ağaçların gerçek gövde hacimlerinin hesaplanması, üçüncü aşama ise elde edilen verilerin istatistiksel analize konu edilerek belirlenen ölçütlere göre en uygun hacim denkleminin belirlenmesidir. En uygun bulunan hacim denkleminin sonuçları ile gerçek değerler arasındaki farklara dayanan ölçütlerden yararlanarak hacim denkleminin test edilmesi de son aşamayı oluşturmuştur.

Gövde analizinde kullanılan ağaçlardan elde edilen kabuklu göğüs çapları ile kabuksuz göğüs çapları ilişkisinden yararlanılmış ve 4.4 nolu denklem kullanılarak periyodik gövdelerin kabuklu göğüs çapları türetilmiştir. Böylece ağaçların kabuklu göğüs çapları ile boylarından yararlanarak periyodik gövdelerin kabuklu gövde hacimleri hesaplanmıştır.

4.2.1. Kabuklu Göğüs Çapı ile Kabuksuz Göğüs Çapı İlişkisi

Meşcerelerde tek ağaçlardaki artım ve büyümeyi ortaya koymak yani meşcere hacim ve hacim elemanlarını belirlemek için göğüs yüksekliğindeki çapın bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, göğüs yüksekliği çapı örnek alanlardaki ve örnek noktadaki tüm ağaçların çapının belirlenmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Hasılat araştırmalarında, kabuksuz göğüs çapı değerlerinin kabuklu değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Dönüştürmede kullanılan bu değere kabuk faktörü adı verilmektedir. Bu çalışmada, kabuk faktörünün hesaplanmasında gövde analizinde kullanılan ağaçların kabuklu göğüs çapı ile kabuksuz çaplarından yararlanılmıştır. Gövde analizi çalışmasında tespit edilen çift kabuk kalınlıkları kabuklu gövde çaplarından (formül 4.1) çıkarılmak suretiyle kabuksuz çap değerleri elde edilmiştir.

$$d_{kbsz} = d_{kbl} - 2b \quad (4.1)$$

d_{kbsz} : Kabuksuz göğüs çapı (cm),
 d_{kbl} : Kabuklu göğüs çapı (cm),
 $2b$: Ağaca ait kabuk kalınlığı (mm),
 Kbf : Kabuk faktörü

$$Kbf = \frac{\sum d_{kbl}}{\sum d_{kbsz}} \quad (4.2)$$

Kabuklu göğüs çapından, çift kabuk kalınlığı ($2b$) çıkarıldıktan sonra elde edilen kabuksuz göğüs çapı değerleri ile kabuklu göğüs çapı değerlerine ait noktalar ilişkiye getirilmek üzere koordinat düzlemine aktarılmıştır. Kabuklu ve kabuksuz göğüs çapları arasındaki ilişkinin genel eğilimin bir doğru şeklinde olduğu görüldükten sonra, var olan ilişki 4.3 nolu denklem yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 4.6);

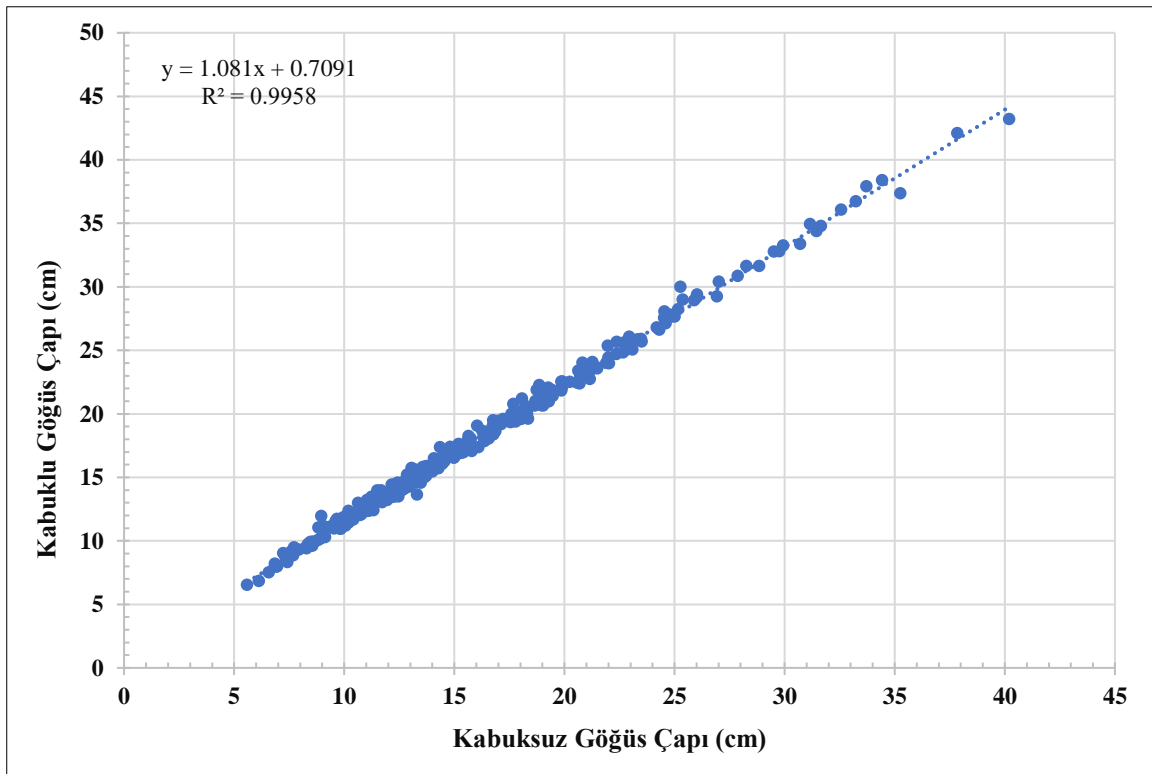
$$d_{kbl} = a_0 + a_1 * d_{kbsz} \quad (4.3)$$

Ağaçların kabuklu çaplarını tahmin etmek için oluşturulan regresyon denkleminin ait istatistikler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kabuklu göğüs çapı ve kabuksuz göğüs çapı ilişkisine ait istatistikler

n	R	R ²	SE	F	t _R	p (Sig.)	a ₀	a ₁
316	0,998	0,996	0,428351	75230,771	274,282	0,000	0,709	1,081

Regresyon denkleminin ilişki katsayısı R= 0,999, belirtme katsayısı R²= 0,996 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, **d_{kbl}** bağımlı değişkeni ile **d_{kbsz}** bağımsız değişkeni arasında pozitif yönde güçlü bir doğrusal ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Regresyon analizi test sonuçlarına göre; anlamlılık değeri p (Sig.) = 0.000, F test değeri F_(1; 314)= 75230,771, t test değeri t_{R; 314}= 274,282 ve standart hatası (SE) 0,428351 cm olarak hesaplanmıştır. Bağımlı değişken olan kabuklu göğüs çapı (**d_{kbl}**) üzerinde, kabuksuz göğüs çapının (**d_{kbsz}**) tek başına % 99,6 oranında etkisinin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1. Saçlı meşenin kabuklu göğüs çapı ve kabuksuz göğüs çapı ilişkisi

Regresyon denkleminde a₀ sabit katsayısı 0,7091 ve a₁ regresyon yükü değeri ise 1,081 olarak elde edilmiştir.

$$\mathbf{d_{kbl} = 0,7091 + 1,081 * d_{kbsz}} \quad (4.4)$$

Kabuksuz göğüs çaplarına karşılık gelen kabuklu göğüs çapları 4.4 nolu denklem yardımıyla hesaplanmış ve Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları

d_{kbl} (cm)	d_{kbsz} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbsz} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbsz} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbsz} (cm)
1	0.04	16	14.66	31	29.28	46	43.90
2	1.01	17	15.63	32	30.25	47	44.87
3	1.99	18	16.61	33	31.23	48	45.85
4	2.96	19	17.58	34	32.20	49	46.82
5	3.94	20	18.56	35	33.18	50	47.80
6	4.91	21	19.53	36	34.15	51	48.77
7	5.89	22	20.51	37	35.13	52	49.75
8	6.86	23	21.48	38	36.10	53	50.72
9	7.84	24	22.46	39	37.08	54	51.70
10	8.81	25	23.43	40	38.05	55	52.67
11	9.79	26	24.41	41	39.03	56	53.65
12	10.76	27	25.38	42	40.00	57	54.62
13	11.73	28	26.35	43	40.97	58	55.59
14	12.71	29	27.33	44	41.95	59	56.57
15	13.68	30	28.30	45	42.92	60	57.54

Gövde analizinde kullanılan ağaçlardan elde edilen kabuklu göğüs çapları ile kabuksuz göğüs çapları ilişkisinden yararlanılmış ve 4.4 nolu denklem kullanılarak periyodik gövdelerin kabuklu göğüs çapları türetilmiştir. Böylece ağaçların kabuklu göğüs çapları ile boylarından yararlanarak periyodik gövdelerin kabuklu gövde hacimleri hesaplanmıştır.

4.2.2. Çift Kabuk Kalınlığı ile Göğüs Çapı İlişkisi

Kabuk hacmi bulunmak istenilen ağaç gövdesinin hacmi, hem kabuklu hem de kabuksuz olarak hesaplanmış ve iki hacim arasındaki fark alınarak kabuk hacmi elde edilmiştir.

Çalışmada çift kabuk kalınlığının kabuklu göğüs çapı ile olan ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada kabuk kalınlığı belirlenirken, örnek ağaçların göğüs çaplarına ait ($d_{1,30}$) çift kabuk kalınlıkları (**2b**) değerlerinden yararlanılmıştır (Şekil 4.2).

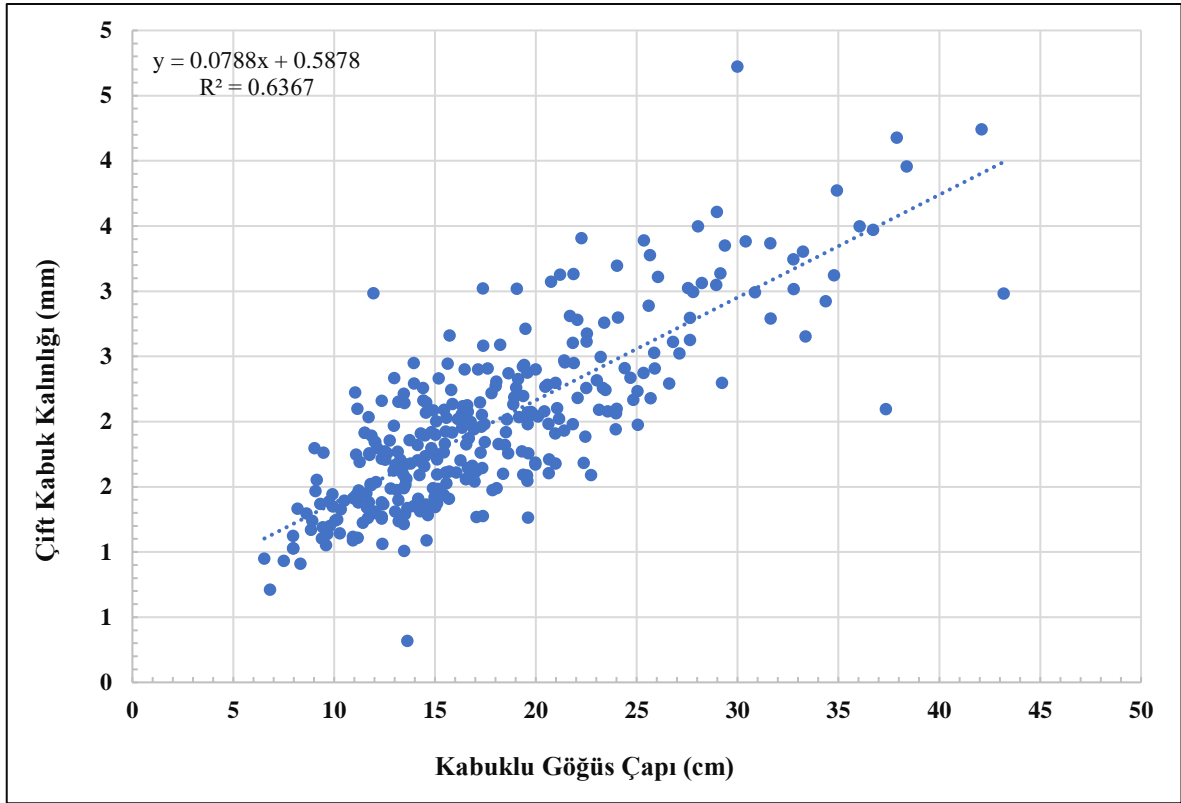
Çift kabuk kalınlığının (**2b**) bağımlı değişken, kabuklu göğüs çapının ($d_{1,30}$) bağımsız değişken olarak alındığı bazı modeller denenmiş ve sonunda en uygun regresyon modelinin (4.5) doğrusal bir ilişki gösteren model olduğu sonucuna varılmıştır. Regresyon denklemine (4.7) ait istatistikler Çizelge 4.6’da verilmiştir.

$$2b = a_0 * a_1 * d_{kbl} \quad (4.5)$$

Çizelge 4.6. Kabuklu göğüs çapı ve çift kabuk kalınlığı ilişkisine ait istatistikler

n	R	R ²	SE	F	t _R	p (Sig.)	a ₀	a ₁
316	0,798	0,637	4,004572	550,354	23,460	0,000	1,687	8,081

Regresyon denkleminin ilişki katsayısı R= 0,798, belirtme katsayısı R²= 0,637 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, çift kabuk kalınlığı (**2b**) bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı ($d_{1,30}$) bağımsız değişkeni arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.



Şekil 4.2. Örnek ağaçların kabuklu göğüs çapı ve çift kabuk kalınlığı ilişkisi

Kabuklu göğüs çaplarına ($d_{1,30}$) karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları ($2b$), 4.5 nolu denklem ve denkleme ait katsayılar kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları

$d_{1,30}$	$2b$	$d_{1,30}$	$2b$	$d_{1,30}$	$2b$	$d_{1,30}$	$2b$	$d_{1,30}$	$2b$	$d_{1,30}$	$2b$
(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)
1	5.25	13	12.50	25	15.60	37	17.81	49	19.58	61	21.08
2	6.64	14	12.82	26	15.80	38	17.97	50	19.71	62	21.20
3	7.62	15	13.12	27	16.01	39	18.12	51	19.84	63	21.31
4	8.39	16	13.41	28	16.20	40	18.28	52	19.98	64	21.43
5	9.05	17	13.69	29	16.40	41	18.43	53	20.10	65	21.54
6	9.63	18	13.96	30	16.59	42	18.58	54	20.23	66	21.65
7	10.14	19	14.21	31	16.77	43	18.73	55	20.36	67	21.76
8	10.61	20	14.46	32	16.95	44	18.88	56	20.48	68	21.87
9	11.04	21	14.70	33	17.13	45	19.02	57	20.61	69	21.98
10	11.44	22	14.94	34	17.30	46	19.16	58	20.73	70	22.09
11	11.82	23	15.16	35	17.47	47	19.30	59	20.85	71	22.19
12	12.17	24	15.38	36	17.64	48	19.44	60	20.97	72	22.30

Kabuklu göğüs çaplarına ($d_{1,30}$) karşılık gelen göğüs yüksekliğine ait çift kabuk kalınlıkları ($2b$) Çizelge 4.7’den yararlanarak, hem kabuklu tomruk hacminin kabuk payını hesaplamak için hem de kabuksuz halde bulunan tomruğun kabuklu çaplarını belirlemek mümkündür.

Yukarıda belirlenen çift kabuk kalınlığı (**2b**) denkleminde, kabuksuz çap artımı ve göğüs çapının kabuklu çap durumuna dönüştürülmesinde kullanılan kabuk faktörünün hesaplanması da olanaklıdır. [Saraçoğlu \(1988\)](#) kabuklu çaptan çift kabuk kalınlığı çıkarıldığında kabuksuz çap $d_{kbsz} = d_{kbl} - 2b$ olmaktadır. Bu ifadenin kabuklu çapa türevi alındığında ([denklem 4.6](#));

$$\frac{d_{kbsz}}{d_{kbl}} \cong \frac{\dot{d}_{kbsz}}{\dot{d}_{kbl}} \approx 1 - (2b)' \quad (4.6)$$

eşitliği elde edilmektedir. Burada;

d_{kbsz} : Kabuksuz göğüs çapı (cm),

d_{kbl} : Kabuklu göğüs çapı (cm),

$(2b)'$: Çift kabuk kalınlığının kabuklu çapa göre türevi (mm),

\dot{d}_{kbl} : Kabuksuz çap artımı (mm),

\dot{d}_{kbsz} : Kabuklu çap artımı (mm),

ifade edilmektedir. Bu eşitlikten kabuklu çap artımı;

$$\dot{d}_{kbl} \approx \frac{\dot{d}_{kbsz}}{1 - (2b)'} \quad (4.7)$$

olarak elde edilmektedir. Buna göre kabuk faktörü,

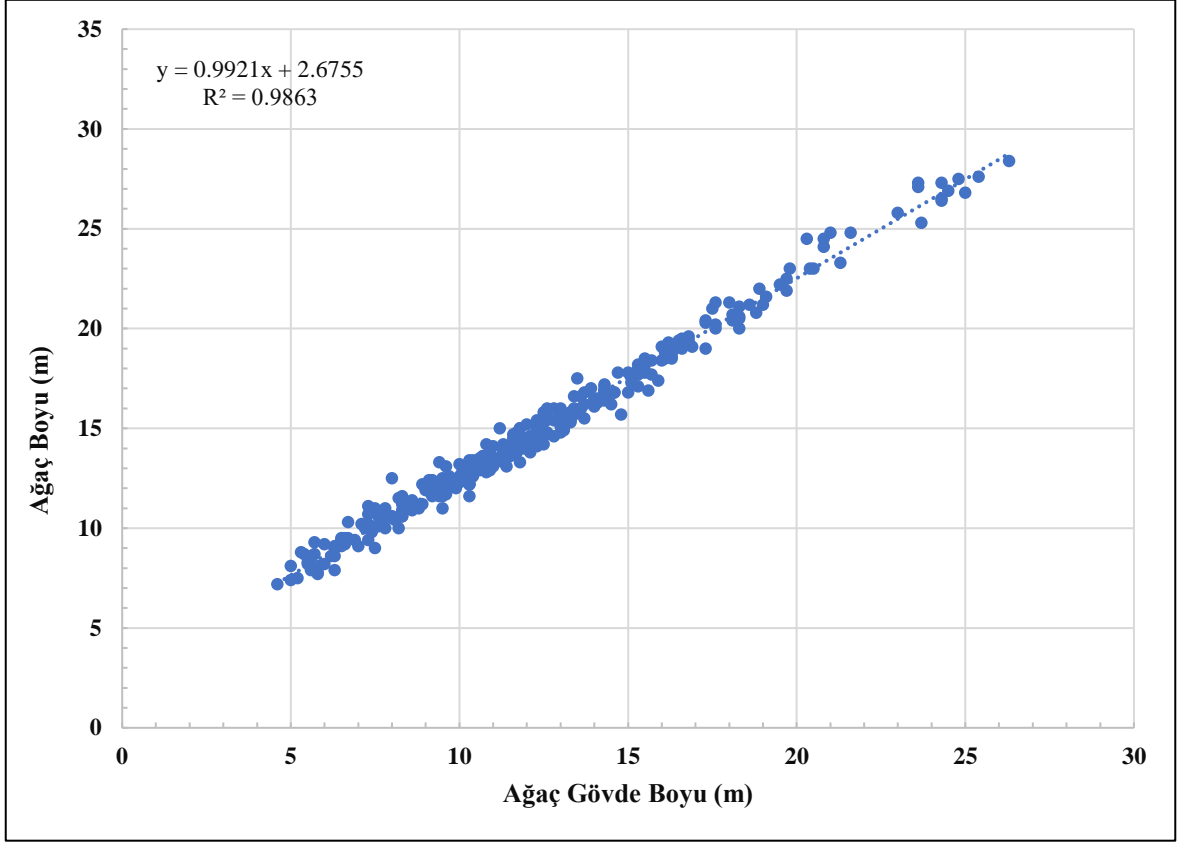
$$Kbf = \frac{1}{1 - (2b)'} \quad (4.8)$$

biçiminde ifade edilebilir. **Kbf** denklemi, [Çizelge 4.7](#)'de verilen 1-72 cm aralıklarındaki kabuklu göğüs çaplarına ($d_{1,30}$) uygulandığında çok anlamlı sonuçlar vermiştir. Belirtilen çap aralıklarında Macar meşesi için ortalama kabuk faktörü 1,09143 olarak hesaplanmıştır.

4.2.3. Ağaç Gövde Boyu ile Ağaç Boyu İlişkisi

Ağaç boyu ile gövde odununun birikim yaptığı ve ticari odun olarak da tanımlanan (h_m) ağaç gövde boyu arasında önemli boy farkı bulunmaktadır. Çalışma içerisinde örnek ağaçlarla diğer değişkenlerin ilişkisinin kurulmasında ağaç boyları doğrudan kullanılmıştır.

Gövde analizi sonucu türetilmiş olan periyodik gövdelerin çeşitli hesaplamalarında ağaç gövde boyu yerine ağaç boyu kullanılması durumunda, ağaç boyu ile ağaç gövde boyu arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle Saçlı meşe türü için ağaç boyu ile ağaç gövde boyu arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Bunun için ağaç boyu (**h**) bağımlı değişken, ağaç gövde boyu (ticari boy) (h_m) ise bağımsız değişken olarak alınmış ve bunlara ait değerler koordinat sistemine noktalar halinde aktarılmıştır ([Şekil 4.4](#)).



Şekil 4.3. Örnek ağaçların ağaç gövde boyu ve ağaç boyu ilişkisi

Şekil 4.3 incelendiğinde ağaç boyu (h) ile ağaç gövde boyu (h_m) arasında çok güçlü doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Regresyon denkleminde (4.9) ait istatistikler Çizelge 4.8’de verilmiştir.

$$h = a_0 + a_1 * h_m \quad (4.9)$$

h : Ağaç boyu (m),

h_m : Ağaç gövde boyu (Ticari boy) (m),

Çizelge 4.8. Ağaç gövde boyu ile ağaç boyu ilişkisini veren denkleme ait istatistikler

n	R	R ²	SE	F	t _R	p (Sig.)	a ₀	a ₁
316	0,993	0,986	0,52051	22559,070	150,197	0,000	2,675	0,992

Regresyon denkleminin ilişki katsayısı R= 0,993, belirtme katsayısı R²= 0,986 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, ağaç boyu (h) bağımlı değişkeni ile ağaç gövde boyu (h_m) bağımsız değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Ağaç boyunu (h) belirlemede, ağaç gövde boyunun (h_m) tek başına % 98,6 oranında belirleyici olduğu görülmektedir.

Regresyon denklemi (4.10) katsayılarıyla birlikte aşağıda verilmiştir.

$$h = 2,675 + 0,992 * h_m \quad (4.10)$$

Çalışma kapsamında elde edilen saçlı meşe materyallerinden yararlanarak, ağaç boyu ile ağaç gövde boyu arasında çok güçlü bir ilişkinin varlığı 4.10 nolu doğrusal denklem ile ortaya konulmuştur. Bu denklem kullanılarak ormancılık uygulamalarında gövde boyu - ağaç boyu arasındaki ilişki kolaylıkla saptanabilecektir.

4.2.4. Göğüs Boyu Şekil Katsayısı ile Göğüs Çapı İlişkisi

Ağaç hacmi benzer koşullar için ortalama olarak gövdenin oransal değerlerinin (çap düşüşü, çap oranı, dolgunluk katsayıları, gövde şekil katsayısı) bilinmesi halinde, bu değerlerden yararlanılarak ortalama bir değer olarak tahmin edilebilmektedir. Bu amaçla uygulamada genellikle göğüs boyu şekil katsayısı ($f_{1,30}$) kullanılmaktadır (Carus, 1998). Ağaç hacmi 4.11 nolu denklem yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$v = \frac{\pi}{4} * d_{1,30}^2 * h * f_{1,30} = g_{1,30} * h * f_{1,30} \quad (4.11)$$

Ağacın gerçek hacminin, aynı kesit yüzeyi ve aynı boyda bulunan silindir hacmine oranına ağacın göğüs boyu şekil emsali (şekil katsayısı) denilmekte (Fırat, 1973) ve (4.12) nolu denklem yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$f_{1,30} = \frac{v}{g_{1,30} * h} = \frac{1}{r + 1} * \left(\frac{h}{h - 1,30} \right)^r \quad (4.12)$$

v: Ağacın gövde hacmi (m³),

h: Ağacın boyu (m),

g: Ağacın göğüs yüksekliğindeki göğüs yüzeyi (m²),

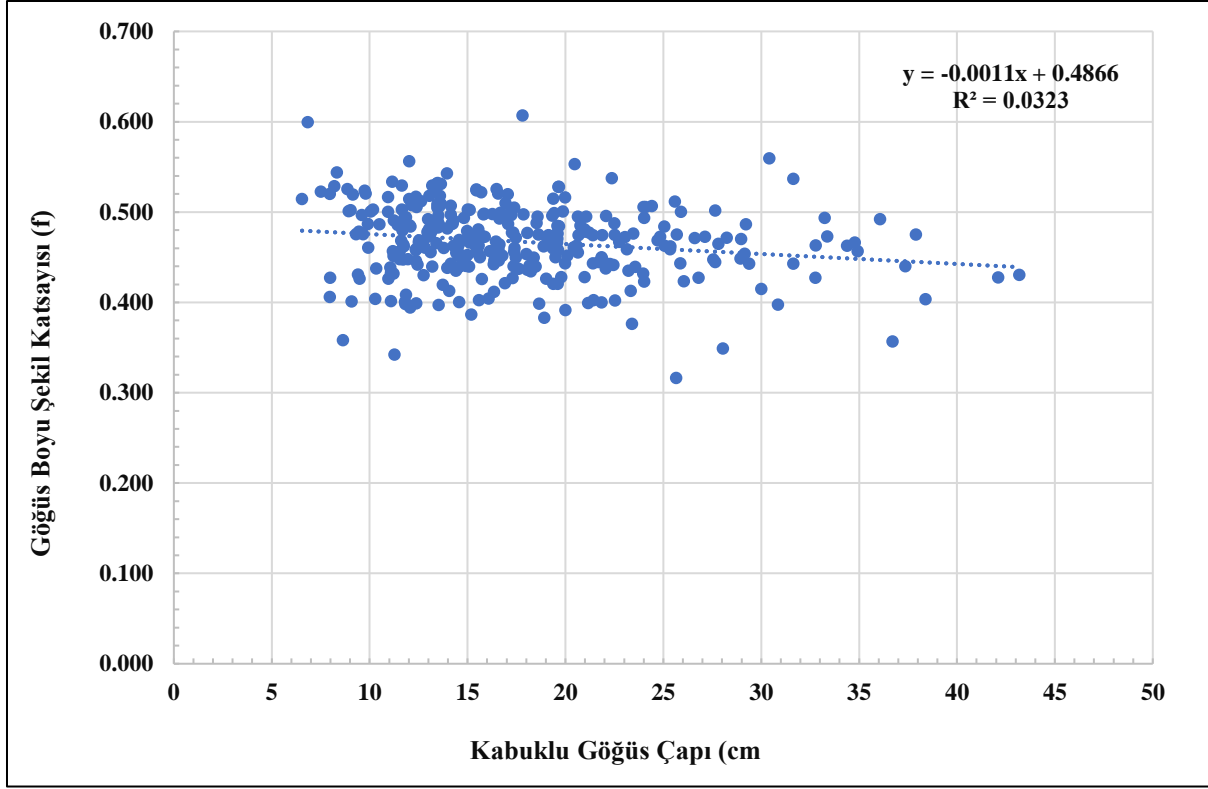
f_{1,30}: Göğüs boyu şekil katsayısı,

r: Şekil üssü (0 = Silindir, 1 = Paraboloid, 2 = Koni, 3 = Nayloid)

Göğüs boyu şekil katsayısı ağacın türüne göre önemli ölçüde değiştiğinden, her ağaç türü için ayrı bir hacim tablosu düzenlenmektedir. Bu çalışmada, saçlı meşe örnek ağaçlarının her birinin ayrı ayrı ($f_{1,30}$) göğüs boyu şekil katsayısı hesaplanmıştır. Uygulamalarda kullanmak ayrıca aşağıdaki ilişki yardımıyla elde edilmiş denklemden yararlanılabilir.

Göğüs boyu şekil katsayısının, kabuklu göğüs çapı ile olan ilişkisini belirlerken, örnek ağaçların ölçülmüş gerçek kabuklu göğüs çapları kullanılmıştır. Göğüs boyu şekil katsayısının ($f_{1,30}$) bağımlı değişken, kabuklu göğüs çapının ($d_{1,30}$) ise bağımsız değişken olarak alındığı noktalar dağılımı Şekil 4.4'te verilmiştir.

Noktalar dağılımının ilişkisini ortaya koyan bazı modeller denenmiş, sonunda en uygun regresyon modelinin logaritmik bir ilişki gösteren model olduğu sonucuna varılmıştır (regresyon denklemi 4.13).



Şekil 4.4. Örnek ağaçların, göğüs boyu şekil katsayısı ile kabuklu göğüs çapı ilişkisi

$$f_{1,30} = a_0 + a_1 * \ln (d_{1,30}) \quad (4.13)$$

$f_{1,30}$: Göğüs boyu şekil katsayısı,

$\ln (d_{1,30})$: Kabuklu göğüs çapının logaritmik dönüşümü yapılmış olan değeri,

Regresyon denkleminin (4.13) ait istatistikler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kabuklu göğüs çapı ile göğüs boyu şekil katsayısı ilişkisine ait istatistikler

n	R	R ²	SE	F	t _R	p (Sig.)	a ₀	a ₁
316	0,182	0,033	0,040	10,791	-3,285	0,001	0,526	-0,021

Regresyon denkleminin ilişki katsayısı R= 0,182, belirtme katsayısı R²= 0,033 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, kabuklu göğüs çapı ile göğüs boyu şekil katsayısı bağımsız değişkeni arasında pozitif yönde zayıf düzeyde bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Göğüs boyu şekil katsayısını belirlemede, kabuklu göğüs çapının tek başına % 3,3 oranında belirleyici olduğu görülmektedir. Noktalar dağılımı incelendiğinde, 5 – 45 cm kabuklu göğüs çapı bağımsız değişkenine karşılık gelen göğüs boyu şekil katsayısı değerlerinin 0,495 ile 0,425 aralığında dağıldığı görülmektedir. 316 ağacın göğüs boyu şekil katsayısı ortalaması 0.467 olarak belirlenmiştir. Modelin belirtme katsayısı (R²) sürgün kökenli meşcereler için yapılmış çalışmalarına benzer şekilde düşük belirlenmiştir. Buna karşın meşe cinsi ve türleri için belirlenmiş katsayılar ve bu çalışmada kullanılan örnek ağaçların katsayılarıyla da oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Göğüs boyu şekil katsayısının kullanılarak elde edildiği hacim miktarları ile en iyi çift girişli hacim denkleminin kullanılmasıyla

elde edilen 316 adet ağaca ait hacim miktarları karşılaştırılmış ve her iki yöntemle üretilen değerlerin oldukça birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Göğüs boyu şekil katsayısı olarak aşağıda verilen [logaritmik denklemin \(4.14\)](#) katsayıları ile kullanılması uygun bulunmuştur.

$$f_{1,30} = 0,526 - 0,021 * \ln (d_{1,30}) \quad (4.14)$$

Bu [denklem \(4.14\)](#) ile belirlenen göğüs boyu gövde şekil katsayısı, kabuklu göğüs çaplarının genişliğine göre farklılık oluşturmaktadır. Göğüs boyu gövde şekil katsayısına ait değerler kabul edilir olup ağaç hacminin hesaplanmasında güvenle kullanılabilir.

4.2.5. Tek Girişli Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Bu çalışmada tek girişli gövde hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılacak denklemi belirlemek için dört adet tek girişli ağaç hacim modeli denenmiştir. Denenen bu modeller dokuz uygunluk ölçütüne göre değerlendirilmiş ve sıralama değeri en düşük yani başarı sırası en iyi olan denkleme ait parametre değerleri ve katsayıları da [Çizelge 4.10'de](#) verilmiştir.

Çizelge 4.10. En iyi sonuç veren tek girişli hacim denkleminin ait istatistikler

Model No	R ²	SE	F	p (Sig.)	a ₀	a ₁	a ₂
3.8	0,956	24,312	17755,876***	0,000	39,316	-10,314	1,096

[Çizelge 4.16](#) incelendiğinde dört adet regresyon denkleminin her bir uygunluk ölçütünden elde ettikleri puanlar toplanmış ve toplam başarı puanları belirlenmiştir. En düşük toplam başarı puanına sahip denklem en uygun tek girişli gövde hacim denklemini seçilmiştir. Regresyon denkleminin açıklanan varyans yüzdesi de (belirtme katsayısı R²= 0,9636) oldukça yüksek saptanmıştır. Bu duruma göre 7 puanlık sıralama değerine sahip olan [3.20 nolu model](#) en uygun “Macar Meşesi Tek Girişli Gövde Hacim Denklemi” olarak seçilmiştir.

Denenen modeller içerisinde

Macar meşesi için en uygun “Tek Girişli Gövde Hacim Denklemi” olarak seçilen [3.20 nolu regresyon modelinin](#) belirtme katsayısı R²= 0,9563 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, hacim bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı bağımsız değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Regresyon denkleminin ait sabit ve denklemin katsayıları yukarıdaki tabloda verilmiştir. Gövde hacmini belirlemede kullanılacak denklemin % 96 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucuna göre, uygulamada ağaç gövde hacminin belirlenmesinde aşağıda verilen [denklemin \(4.15\)](#) katsayıları ile birlikte kullanılması uygun bulunmuştur. Bu denkleme göre düzenlenen “Saçlı Meşe Tek Girişli Gövde Hacim Tablosu” **EK: ??'te** verilmiştir.

$$v = 39,316 - 10,314 * d + 1,096 * d^2 \quad (\text{Hohenadl - Krenn}) \quad (4.15)$$

4.2.6. Çift Girişli Gövde Hacim Tablosunun Düzenlenmesi

Bu çalışmada çift girişli gövde hacim tablosunun düzenlenmesinde kullanılacak denklemi belirlemek için altı adet çift girişli ağaç hacim modeli denenmiştir. Denenen bu modeller dokuz uygunluk ölçütüne göre değerlendirilmiş ve sıralama değeri en düşük yani başarı sırası en iyi olan denkleme ait parametre değerleri ve katsayıları da [Çizelge 4.11'de](#) verilmiştir.

Çizelge 4.11. En iyi sonuç veren çift girişli hacim denklemine ait istatistikler

Model No	R ²	SE	F	p (Sig.)	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
3.16	0,994	14,041	32712,687	0,000	10,408	0,124	0,009	-0,141	0,128

Seçilen en uygun denklemin (3.16), toplam hata yüzdesi % 0,678, mutlak hata yüzdesi ise % 6,015, standart hatası 14,041 dm³ olarak hesaplanmıştır.

Macar meşesi için en uygun “Çift Girişli Gövde Hacim Denklemi” olarak seçilen 3.22 nolu regresyon modelinin belirtme katsayısı R²= 0,994 olup, F değerinin anlamlılık değeri p (Sig.) <0,001 olduğundan, hacim bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu bağımsız değişkenleri arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Regresyon denklemine ait sabit ve denklem katsayıları yukarıdaki tabloda verilmiştir. Kabuklu gövde hacmini belirlemede kullanılacak denklemin % 99 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, ağaç gövde hacminin belirlenmesinde Näslund tarafından geliştirilen denklemin (4.16 nolu denklem) aşağıda verilen katsayılar ile birlikte kullanılması uygun bulunmuştur. Bu denkleme göre düzenlenen “Saçlı Meşe Çift Girişli Gövde Hacim Tablosu” EK: ??’da verilmiştir.

$$v = 10,408 + 0,124 * d^2 + 0,009 * d^2 * h - 0,141 * h^2 + 0,128 * d * h^2 \quad (4.16)$$

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, saçlı meşe meşcerelerinin yetiştirme ortamı verimliliği (bonitet) tablosunun düzenlenmesinde *polimorfik yöntem* kullanılmıştır. Gövde analizinde kullanılan ağaçların (galip tabakada olup hiçbir şekilde baskıda kalmamış olan ağaçlar) boyolanma eğrilerinden yararlanılarak meşcere üst boyu belirlenmiştir.

[Eraslan \(1954a\)](#) Trakya ve Demirköy yöresi meşe ormanları için çift girişli gövde hacim tablosunu düzenlerken 308 adet deneme ağacından yararlanmıştır. [Eraslan ve Evcimen \(1967\)](#) Demirköy yöresi için [Eraslan \(1955\)](#) tarafından 100 yaş dikkate alınarak düzenlenen çift girişli gövde hacim tablosunu, Belgrad Ormanı'nda alınan daha ileri yaştaki 154 deneme ağacı ile destekleyerek, toplam 462 deneme ağacı ile çift girişli gövde hacim tablosunu yeniden düzenlemişlerdir. Her iki çalışmada da örnek ağaçların seksiyon uzunlukları 4 m alınmış ve gövde hacim tablosu 4'er cm'lik çap sınıfları itibarıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme ağaçlarına ait çap ve boy sınıflarının ortalamaları hesaplandıktan sonra, bu değerler "Grafik Yoluyla Analiz Metodu"nun gerektirdiği şekilde işlemlere tabi tutulmuştur.

[Özdemir \(2013\)](#) 101 adet örnek alandan sağlanan, 225 örnek ağaç ve gövde analizi sonucu bunlardan türetilen 1547 adet periyodik ağaç gövdesinden faydalanarak Trakya meşe ormanları için çift girişli gövde hacim tablosunu düzenlemiştir. Kabuksuz çapa ve hacme sahip olan 1547 periyodik gövdenin kabuklu çapı ve hacmi hesaplandıktan sonra, hacim denkleminin elde edilmesinde ve hacim tablosunun oluşturulmasında regresyon analizi tekniği kullanılmıştır. Periyodik ağaçların hacimleri göğüs çapı ve boy ile ilişkiye getirilmiştir. İstatistik bakımından uygun regresyon modelinin belirlenmesinde, çeşitli çalışmalarda önerilen regresyon modelleri denenmiş ve uygun regresyon modeli olarak belirtme katsayısı en yüksek, standart hatası en düşük olan model seçilmiştir. Çift girişli hacim tablosu düzenlemesinde Näslund'un önerdiği model, en uygun regresyon modeli olarak belirlenmiştir. Regresyon modelinin belirtme katsayısı $R^2 = 98,87\%$, standart hatası $13,56 \text{ dm}^3$, mutlak hata yüzdesi $6,96\%$ ve $F = 38383,27^{***}$ olarak hesaplanmıştır. F değerine ait $p < 0,001$ olduğundan regresyon denklemi istatistiki olarak anlamlı bulunmuş ve düzenlenen tablo istenilen şartları yerine getirmiştir.

[Şahin \(2020\)](#) Marmara Bölgesi sürgün kökenli sapsız meşe meşcerelerinin gövde hacim tablolarını düzenlemek için 246 adet örnek ağaçtan türetilmiş 1718 adet periyodik ağaçtan yararlanmıştır. Periyodik ağaçların hacimleri göğüs çapı ve boy ile ilişkiye getirilmiştir. Gövde hacim denkleminin elde edilmesinde ve hacim tablosunun oluşturulmasında regresyon analizi tekniği kullanılmıştır. İstatistik bakımından uygun regresyon modelinin belirlenmesinde, çeşitli çalışmalarda önerilen altı adet çift girişli regresyon modeli denenmiştir. Denenen denklemler içerisinde en iyi sonuç veren hacim denklemini belirlerken, ölçülen gerçek değerlerle modelin hesapladığı değerler arasındaki farklara dayanan altı ölçüt kullanılmıştır. *Sapsız meşe çift girişli gövde hacim denklemi* olarak denenen modeller içerisinde en uygun model olarak Meyer tarafından önerilen denklem saptanmış ve denklemin belirtme katsayısı $R^2 = 0,990$ olarak belirlenmiştir. Belirlenen denklemin seçiminde kullanılan ölçütlerin değerleri; ortalama hata \bar{D} : $0,305 \text{ dm}^3$, ortalama mutlak hata $|\bar{D}|$: $7,4651 \text{ dm}^3$, hataların standart sapması S_D : $12,8527 \text{ dm}^3$, açıklanan varyans yüzdesi PVE: $99,0301$, toplam hata yüzdesi TH: $0,2641$ ve ortalama mutlak hata yüzdesi MH: $6,5386$ olarak belirlenmiştir.

[Şahin ve ark. \(2021\)](#), sürgün kökenli Macar meşesi meşcerelerinin gövde hacim tablolarını düzenlemek için 202 adet örnek ağaçtan türetilmiş 1349 adet periyodik ağaçtan yararlanılmıştır. Periyodik ağaçların hacimleri göğüs çapı ve boy ile ilişkiye getirilmiş ve hacim tablosunun oluşturulmasında regresyon analizi tekniği kullanılmıştır. İstatistik bakımından uygun regresyon modelinin belirlenmesinde altı adet çift girişli regresyon modeli denenmiştir. Denenen denklemler içerisinde en iyi sonuç veren hacim denklemini belirlerken, ölçülen gerçek değerlerle modelin hesapladığı değerler arasındaki farklara dayanan altı ölçüt kullanılmıştır. *Macar meşesi çift girişli*

gövde hacim denklemi olarak denenen modeller içerisinde en uygun model olarak Näslund tarafından önerilen denklem saptanmış ve denklemin belirtme katsayısı $R^2= 0,989$ olarak belirlenmiştir. Belirlenen denklemin seçiminde kullanılan ölçütlerin değerleri; ortalama hata \bar{D} : $0,969 \text{ dm}^3$, ortalama mutlak hata $|\bar{D}|$: $8,4723 \text{ dm}^3$, hataların standart sapması S_D : $16,0437 \text{ dm}^3$, açıklanan varyans yüzdesi PVE: $98,9765$, toplam hata yüzdesi TH: $0,7791$ ve ortalama mutlak hata yüzdesi MH: $6,8095$ olarak belirlenmiştir.

Gencal (2019), saçlı meşe için, Bursa yöresi için düzenlediği tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarında, sırasıyla belirtme katsayılarını % 95 ve % 97 olarak bulmuştur. Araştırmada denenen modellerin günümüzde en çok kullanılan modeller arasından seçildiğini, ayrıca belirtme katsayısı en yüksek ve hata payı en düşük modellerin seçildiğine özen gösterildiğini belirtmiştir. Tek girişli hacim tablosu için Brenac ve çift girişli hacim tablosu için ise Näslund'un modelleri en uygun model olarak belirlenmiştir. Tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosunda bulunan hata yüzdeleri sıfıra yakın ve mutlak hata yüzdeleri ise sırasıyla % 3,89 ve % 9,24 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ışığında oluşturulan regresyon denklemlerinin elde edilen verilere uyumlu olduğu ve denklemlerin bölgede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çift girişli meşe ağaç hacim tablosunun geçerliliğinin ortaya konulabilmesi için, toplam hata yüzdesinin % 1'den, mutlak hata yüzdesinin de % 10'dan küçük olması istenmektedir (Kalıpsız, 1999; Yavuz ve Sakıcı, 2002).

Bu çalışmada düzenlenen çift girişli ağaç hacim tablosunun toplam hata yüzdesi $0,678$ ve ortalama mutlak hata yüzdesi de % $6,015$ olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bu sonuçlarına göre hacim bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu bağımsız değişkenleri arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin var olduğu ortaya konulmuştur. Şahin (2020) ile Özdemir (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da en iyi regresyon denkleminin seçiminde kullanılan ölçütlerden olan; toplam hata yüzdesi, mutlak hata yüzdesi ve açıklanan varyans yüzdesi değerleri, bu çalışmada elde edilen değerler ile oldukça yakın sonuçlar vermiştir.

Yukarıdaki bulguların karşılaştırmalı olarak değerlendirilen sonuçlarına göre; denenen modeller içerisinde en uygun regresyon denklemi olarak saptanan, Näslund modelinin, verilere uygun olduğu ve bu denklem yardımıyla oluşturulan çift girişli saçlı meşe gövde hacim tablosunun Marmara Bölgesi genelinde güvenle kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

Çift girişli gövde hacim denkleminin düzenlenmesinin yanında ayrıca aynı veriler kullanılarak tek girişli gövde hacim denklemi de elde edilmiştir. Bu amaçla; en uygun regresyon modelini kararlaştırmak için 10 adet tek girişli gövde hacim tablosu denklemi denenen modeller içerisinde; en uygun *Saçlı meşe tek girişli gövde hacim denklemi* olarak Hohenadl-Krenn modeli saptanmıştır.

Saptanan regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2= 0,9563$ olarak hesaplanmış, hacim değişkeni ile kabuklu göğüs çapı değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Hohenadl-Krenn modelinin, verilere uygun olduğu ve bu regresyon denklemi yardımıyla oluşturulan tek girişli Macar meşesi gövde hacim tablosunun güvenle kullanılabileceği saptanmıştır.

ÖZET

Örnek ağaçların hacimleri hesaplanırken *orta yüzey (Huber) formülü* kullanılarak, gövde analizi yöntemiyle periyodik olarak elde edilmiştir. Gövde analizi yöntemiyle elde edilen periyodik ağaçların gerçek hacimleri bağımlı, periyodik ağaçların göğüs çapı ve ağaç boyu değerleri bağımsız değişken alınarak *regresyon analizi yöntemiyle* farklı model yapıları denenmiştir.

Denenen modeller içerisinde; en uygun *saçlı meşe tek girişli gövde hacim denklemi* olarak Hohenadl-Krenn modeli saptanmıştır. Saptanan regresyon denkleminin belirtme katsayısı $R^2=0,9636$ olarak hesaplanmış, hacim değişkeni ile kabuklu göğüs çapı değişkeni arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir.

Macar meşesi çift girişli gövde hacim denklemi olarak denenen modeller içerisinde en uygun model olarak Näslund tarafından önerilen denklem saptanmış ve denklemin belirtme katsayısı $R^2=0,994$ olarak belirlenmiştir. Düzenlenen çift girişli ağaç hacim tablosunun toplam hata yüzdesi 0,7791 ve ortalama mutlak hata yüzdesi de % 6,015 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bu sonuçlarına göre hacim bağımlı değişkeni ile kabuklu göğüs çapı ve ağaç boyu bağımsız değişkenleri arasında pozitif yönde çok güçlü bir ilişkinin var olduğu ortaya konulmuştur. Näslund modelinin, verilere uygun olduğu ve bu denklem yardımıyla oluşturulan çift girişli Macar meşesi gövde hacim tablosunun ülke genelinde güvenle kullanılabileceği kanıtlanmıştır.

SUMMARY

KAYNAKÇA

- Akalp, T., 1978a**, Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, İÜ Orman Fakültesi Yayını, No. 2483/261, İstanbul.
- Akalp, T., 1978b**, Anomorfik ve Polimorfik Yöntemlerle Bulunmuş Bonitet Eğrilerinin Karşılaştırılması, İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 28, Sayı 1, s. 213-232.
- Akalp, T., 2002**, Devamlı Deneme Alanları Yöntemi ile Meşcerede Artım ve Büyümenin Tayini (Sahilçamı Örneği). Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.256-264, 18-19 Nisan 2002, İ.Ü. Orman Fakültesi, Bahçeköy, İstanbul.
- Akkemik, Ü., 2014**, (Editör) Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları II. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 680 s.
- Alemdağ, Ş., 1967**, Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No:11, Ankara.
- Alemdağ, Ş., 1967b**, Türkiye Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takib Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No: 20, Ankara.
- Apatsidis, D. L., (1992**, Model for estimating the growing stock, volume increment and the site index of oak forests in South Greece. Research and practice in Greek Forests. Proceedings of the 5. TH Panhellenic forest conference; held in Kalamata 4-6 March 1992, p, 379-385.
- Asan, Ü., 1984**, Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani* Aschers, et Sinten) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3205/365, Bahçeköy, İstanbul.
- Asan, Ü., 1999**, Ormancılık Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4197, O.F. Yayın No: 461. Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul.
- Atalay, İ., 2010**, Uygulamalı Klimatoloji, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova-İzmir.
- Atay, İ., 1987**, Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4197, FBE Yayın No: 1. Gür-Ay Matbaası, İstanbul.
- Berkel, A., Bozkurt, Y., Göker, Y., 1969**, Çeşitli Meşe Türlerimizin Kaplama Levhaları İmalî Bakımından Elverişliliği Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1430, O.F. Yayın No: 139. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Birler, A.S., Yüksel, Y., 1983**, Sahilçamı Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayını No:25, İzmit.
- Biricik, Y., 2018**, Uludağ Dağ Kütlesinde Ekolojik Koşulların Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Anatomik Özellikleri Üzerine Etkileri, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Burkhardt, H.E., Tom'e, M., 2012**, Modeling Forest Trees and Stands, DOI 10.1007/978-90-481-3170-9 1, Springer Dordrecht Heidelberg New York.
- Carus, S., 1998**, Aynıyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi).
- Cieszewski, C.J., Bailey, R.L., 2000**, Generalized Algebraic Dierence Approach: theory based derivation of dynamic site equations with polymorphism and variable asymptotes. For. Sci. 46(1): 116{126.
- Çatal, Y., 2009**, Batı AkdenizBölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Clutter, J. L., Fortson, J.C., Pienaar, L. V., Brister, G. H., Bailey, R. L., 1983**, Timber management: a quantitative approach. Krieger Publishing Company, New York.
- Çolak, H. A., 2013**, (Editör) Belgrad Ormanı Bir Doğa ve Kültür Mirası, Orman ve Su İşleri Bakanlığı I. Bölge Müdürlüğü Yayını, ISBN: 978-605-4610-27-3, İstanbul. 854 s.
- Diker, M., 1946**, Ağaç ve Odun Ölçme Bilgisi, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Özel Sayı: 9, Hüsnütabiat Basımevi, İstanbul.
- Dönmez, Y., 1968**, Trakya'nın Bitki Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1321, C.E. Yayın No: 51. Taş Matbaası, İstanbul.
- Eliçin, G., 1983**, Işık (Ganos - Tekirdağ) Dağının Florası, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3137, O.F. Yayın No: 334. Oğul Matbaacılık, İstanbul.
- Eraslan, İ., 1954a**, Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. T.C. Tarım Vekâleti Orman Umum Müdürlüğü Yayınlarından, Sıra No: 132, Seri No: 13. Kader Basımevi.
- Eraslan, İ., 1954b**, Demirköy ilçesi meşe ormanlarında bonitet araştırmaları. (İst. Üniv. Orm. Fak. Derg. Seri A, 4 (1-2) 1954, s. 74 – 84).
- Eraslan, İ., 1955**, Demirköy ilçesi meşe ormanlarında hacim ve hâsılat araştırmaları. (İst. Üniv. Orm. Fak. Derg. Seri A, 5 (1-2) 1955, s. 45 – 72).
- Eraslan, İ., Evcimen, B. S., 1967**, Trakya'daki meşe ormanlarının hacim ve hâsılatı hakkında tamamlayıcı araştırmalar. (İst. Üniv. Orm. Fak. Derg. Seri A, 17 (1) 1967, s. 31 – 56).
- Eraslan, İ., 1982**, Orman Amenajmanı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3010/318 Bahçeköy, İstanbul.
- Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Bolat, F., 2014**, Çankırı yöresi sarıçam meşcereleri için dinamik bonitet endeks modellerinin otoregresif modelleme ile geliştirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 15, S: 53-60.
- Erdemir, Ö., 1974**, Sarıkamış , Göle ve Oltu Mıntıkları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 59, Gürsoy Basımevi, Bahçelievler – Ankara.
- Erkan, N., 1996**, Kızılcıamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu, Güneydoğu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Elazığ, Teknik Bülten No:1.
- Evcimen, B. S., 1963**, Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Sıra No: 355, Seri: No: 16, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- Ertaş, A., 1996**, *Quercus hartwissiana* Steven (Istranca Meşesi)'nin Silvikültürel Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), İstanbul.
- Fırat, F., 1972**, Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: O.F. Yayın No: 166.
- Fırat, F., 1973**, Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1800, O.F. Yayın No: 193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Gencal, B., 2019**, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) meşcerelerindeki büyüme ilişkileri (Yüksek lisans tezi), Bursa Teknik Üniversitesi.
- Giray, N., Temerit, A., Başar, M., 2000**, İç Anadolu Bölgesindeki meşe baltalıklarında bonitet ve yaş sınıfları itibarıyla ağaç serveti tayini üzerine araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 276.
- Günel, A., 1981**. Orman Hasılat Bilgisi, (Basılmamış Ders Notları),
- Güngördü, M., 1999**, Marmara Bölgesinin Bitki Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4176, E.F. Yayın No: 3416, ISBN 975-404-536-4, İstanbul.

- Irmak, A., Kurter, A., Kantarcı, M.D., 1980**, Trakya'nın Orman Yetiştirme Bölgelerinin Sınıflandırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2636, O.F. Yayın No: 276. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1963**, Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Sıra No: 349, Seri: No: 8, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984**, Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3194/354 Bahçeköy, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1988**, Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3516, O.F. Yayın No: 397, ISBN – 975-404-074-5, Gençlik Basımevi, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1999**, Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3194, O.F. Yayın No: 354, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 1974**, Trakya orman sahalarının tabii ağaç ve çalı türlerine göre bölgesel sınıflandırılması. Edebiyat Fakültesi Basımevi, Güney - Doğu Avrupa Araştırmaları Dergisi, Sayı: 2-3
- Kantarcı, M.D., 2005a**, Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4594, O.F. Yayın No: 488. İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayinevi, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 2005b**, Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı ile Devamlılığının Önemi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4558, O.F. Yayın No: 484. İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayinevi, İstanbul.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A. U., Mısır, N., 2002**, Kestane Meşcerelerinin Hasılatı ve Amenajman Esasları. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu TARP Projesi, Proje No: TOGTAG TARP -2229.
- Kasaplıgil, B., 1992**, Türkiye'nin Geçmişteki ve Bugünkü Meşe Türleri. T.C. Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Yayın No: 675, Seri: No: 70, OGM Matbaası, Ankara.
- Kavgacı, A., 2007**, Demirköy-İğneada longoz ormanları ve çevresinin bitki toplulukları ve kuruluş özellikleri. Doktora İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kayacık, H., 1981a**, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Cilt I. Angiospermae (Kapalı tohumlular), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1766, O.F. Yayın No: 287, İstanbul.
- Kayacık, H., 1981b**, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, II. Cilt, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), 4. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 2766/287, Bahçeköy, İstanbul.
- Kubitzki, K., 1993**, Fagaceae. In K. Kubitzki, J. G. Rohwer, and V. Bittrich. [eds.], The families and genera of vascular plants, vol. 2, 301–309. Springer-Verlag.
- Makineci, E., 2005**, Sapsız Meşe (*Quercus petraea* (Matlusch) Lieb.) Baltalık Ormanında Aralamaların Çap Artımı ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2005, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 1-10.
- Makineci, E., Yılmaz, E., Kumbaşı, M., Yılmaz, H. Ç., Çalışkan, S., Sevgi, O., Keten, A., Zengin, H., Beşkardeş, V., Özdemir, E., 2011**, Kuzey Trakya Koruya Tahvil Meşe Ekosistemlerinde Sağlık Durumu, Biyokütle, Karbon Depolama ve Faunistik Özelliklerin Belirlenmesi (TÜBİTAK TOVAG Proje No: 107O750), İstanbul.
- Marcu, G., 1965**, Ecological and silvicultural studies of *Quercus frainetto* between the Olt and Teleorman Rivers.

- Mattfeld, J., 1971**, Doğu Trakya'nın Bitki Coğrafyası Bakımından Durumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1544, O.F. Yayın No: 159. Kutulmuş Matbaası, İstanbul. (Çeviren: Muzaffer SELİK).
- Mayer H, Aksoy, H., 1998**, "Türkiye Ormanları", Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bolu, Türkiye, Muhtelif yayın no: 1. (Çevirin. H. Aksoy & G.Özalp).
- Menitsky, Y.L., 2005**, Oaks of Asia. Science Pub. Inc., 549 p.
- MGM, 2014**. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Parametrelerin Türkiye Analizi. url = <http://www.mgm.gov.tr> (Son erişim tarihi: 18.01.2019).
- Nixon, K.C., 1997**, *Quercus* Linnaeus. In Flora of North America Editorial Committee (Ed.), Flora of North America north of Mexico, vol. 3. Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae, 445 – 447. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- Nixon, K.C., 2006**, Global and Neotropical Distribution and Diversity of Oak (genus *Quercus*) and Oak Forests. Pages 3 – 13 In Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests, M. Kappelle (Editor). Springer, Berlin.
- Odabaşı, T., 1976**, Türkiye'deki Baltalık ve Korulu Baltalık Ormanları ve Bunların Koruya Dönüştürülmesi Olanakları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2079, O.F. Yayın No: 218, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.
- Özcan, B. G., 2003**, Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Özdemir, G. A., 2013**, Trakya meşe ormanlarında artım ve büyüme ilişkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Özdemir, G. A., Özdemir, E., 2016**, Stem analysis program (GOAP) for evaluating of increment and growth data at individual tree. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66, 659-673.
- Öztürk, S., 2013**, Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Kılavuzu (Editör: Salih Terzioğlu). Orman Genel Müdürlüğü Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı.
- Pehlivan, S., 2010**, Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Rackham, O., 2006**, European oaks: cultural history and ecology. The Oak - History, Ecology Management and Planning Proceedings from a conference in Linköping, Sweden, 9-11 May 2006
- Saatçioğlu, F., 1969**, Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1429, O.F. Yayın No: 138, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Saatçioğlu, F., 1971**, Orman Bakımı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1636, O.F. Yayın No: 160, 4. Baskı, İstanbul.
- Saraçoğlu, Ö., 1988**, Karadeniz Yöresi Göknaar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. (Doktora Tezi) Orman Genel Müdürlüğü Yayını.
- Spyroglou, G., 2003**, A Growth Model For *Quercus frainetto* (Ten.) In Grece. (Doctoral Thesis) Universitat für Bodenkultur Wien, Austria.
- Sun, O., Eren, M. E., Orpak, M., 1978**, Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç, Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK TOAG, Proje No: 288, Ankara.
- Şahin, A., 2016**, Marmara Bölgesindeki meşe ormanlarının yayılışı, işletme amaçları ve planlanması. Orman Genel Müdürlüğü Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı Bildiriler Kitabı, S: 27-51, 18-20 Ekim 2016, İğneada - Kırklareli.

- Şahin, A., 2020**, Marmara Bölgesindeki Sapsız Meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) Meşcerelerinin Hasılatı ve Amenajman Esasları. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Amenajmanı Programı, Doktora Tezi
- Şenyurt, M., 2011**, Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Usta, H. Z., 1991**, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 219, Ankara.
- Vural, F., 1940**, Belgrad Ormanında Meşenin Silvikültürce Tabi Olacağı Muamele, Ekolojik Esaslar ve Teknik Teklifler. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Rektörlüğü, Sayı:125
- Yaltırık, F., 1966**, Belgrad Ormanı vejetasyonunun floristik analizi ve ana meşcere tiplerinin kompozisyonu üzerine araştırmalar. Dizerkonca Matbaası, İstanbul.
- Yaltırık, F., 1984**, Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1989**, Otsu Bitkiler Sistematiği. Ders Kitabı. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 3568/3, İstanbul.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1994**, Dendroloji. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3836, O.F. Yayın No: 431, İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Yavuz, H., 1995**, Taşköprü Yöresinde Karaçam İçin Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 5, 1181-1188.
- Yavuz, H., 1999**, Taşköprü Yöresinde Karaçam İçin Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 5, 1181-1188.
- Yavuz, H., Sakıcı, O., 2002**, Gövde Profili Modellerinin Bilimsel ve Pratik Açısından İrdelenmesi, Orman Amenajmanı'nda Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Nisan, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 233-241.
- Yavuz, H., Mısır, N., 2013**, Türkiye'de ağaç hacim tablolarının gelişim süreci, Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 26-28 Kasım 2013, Antalya, 98-104.
- Yeşil, A., 1992**, Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yeşil, A., 1992b**, Değişik Sıklık ve Bonitetdeki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 42, Sayı 1, s. 129-154.
- Yeşil, A., 1994**, Meşcere Sıklığının Saptanmasında Başvurulan Yöntemler ve Doğal Kızılçam Meşcerelerinde Sıklık Derecesinin Ölçümü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 44, Sayı 2, s. 93-110.
- Yıldızbakan, A., Saraçoğlu, Ö., Akgün, C., Aydın, A.C., 2013**, Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Meşcerelerinin Hacim Artımını Maksimize Eden Optimum Kuruluşlar, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Basılmamış Teknik Bülten,
- Yılmaz, H., 2014**, *Quercus* L. Şu eserde: Akkemik, Ü. (Ed.). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. OGM Yayınları Cilt 1. S: 673-702.
- Yönelli, V., 1986**, Belgrad Ormanı'ndaki Orman Toplumlarının Yapısı ve Silvikültürel Değerlendirilmesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- url:1:** <https://www.cabi.org/fc/datasheet/46554> (Son erişim tarihi 26.04.2018).

EKLER