

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**AĞLASUN YÖRESİ YAPAY KIZILÇAM MEŞCERELERİ İÇİN
GÖVDE HACİM TABLOLARININ DÜZENLENMESİ**

Yusuf ULUDAĞ

**Danışman
Prof. Dr. Serdar CARUS**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Yusuf ULUDAĞ]

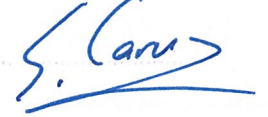
TEZ ONAYI

Yusuf ULUDAĞ tarafından hazırlanan "Ağlasun Yöresi Yapay Kızılçam Meşcereleri İçin Gövde Hacim Tablolarının Düzenlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Serdar CARUS

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

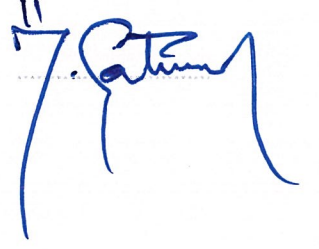
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Özdemir ŞENTÜRK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yusuf UÇAR

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Yusuf ULUDAĞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.) türüne ait bilgiler	11
3.1.2. Çalışma alanı	12
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Örnek ağaçlarda yapılan ölçümler	14
3.2.2. Yapılan ölçme ve tespitlerin değerlendirilmesi.....	17
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analizi	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	24
4.1. Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosuna İlişkin Bulgular	24
4.2. Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosuna İlişkin Bulgular	26
4.3. Düzenlenen Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosu ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Uygunluğunun Kontrolü	30
4.4. Ağaç Hacim Tablolarının Kullanımı.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR	43
EKLER.....	48
EK A. Çizelgeler.....	49
EK B. Fotoğraflar	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AĞLASUN YÖRESİ YAPAY KIZILÇAM MEŞÇERELERİ İÇİN GÖVDE HACİM TABLolarININ DÜZENLENMESİ

Yusuf ULUDAĞ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serdar CARUS

Bu çalışmada Burdur Orman İşletme Müdürlüğü Ağlasun Orman İşletme Şefliği içerisinde kalan kızılçam ağaçlandırma sahaları için tek ve çift girişli gövde hacim tablolarının hazırlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma sahasından alınan 335 bireyin çap, boy ve hacim değerleri relaskop ile ölçülerek üçlü veri grupları halinde bilgisayarda bir veri dosyasına işlenmiştir. Bu veriler SPSS Ver. 21 istatistik bilgisayar paket programından yararlanılarak istatistik yöntemle tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmiştir. Örnek ağaçların göğüs çapı ile boy basamaklarına dökümleri yapılmış ve uygun dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Seçilen modelin uygunluğu için belirtme katsayısı, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata, toplam hata yüzdesi, ortalama mutlak hata yüzdeleri ve açıklanan varyans yüzdesi bulunmuştur. Oluşturulan tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının sonuçları daha sonra da genel kızılçam ağaç hacim tabloları (Alemdağ, 1962; Usta, 1991; Su, 2014) ile kıyaslanmıştır. Özellikle yörede kullanılmakta olan Alemdağ kızılçam ağaç hacim tablosu ile belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yöre için bu çalışmada elde edilen tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının kullanılması yöre ormancılık uygulamalarında ekonomik kayıpları en aza indireceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kızılçam, Bitterlich Aynalı Relaskop, ağaç hacim tablosu

2019, 51 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

COUNSTRUCTION OF STEM VOLUME TABLES FOR ARTIFICIAL BRUTIAN PINE IN AĞLASUN REGION

Yusuf ULUDAĞ

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Serdar CARUS

In this study, single- and double-entry tree volume tables was aimed to develop for the Brutian pine afforestation area in the vicinity of Ağlasun Forest Chief Management of Burdur Forest Management Administration. For this aim, the triple data sets of the diameters, heights and volumes of single trees (n=335) from our study area calculated with Bitterlich Spiegel Relascope were processed into a data file in computer. This data was used for preparation of single-entry and double-entry tree volume tables using the SPSS Statistical Computer program of Version 21 for statistical method. The diameters at breast height and heights of sample trees are documented to the scales and analyzed if they show compatible distribution. For the compatibility of the chosen model, the percentages of the coefficient of determination, average error, mean absolute error, total error, total error percentage, absolute error and explained variance percentages are also calculated. The outputs of the formed single-entry and double-entry tree volume tables are compared with the general Brutian pine volume tables (Alemdağ, 1962; Usta, 1991; Su, 2014). Significant differences were appeared especially with Alemdağ Brutian pine volume tables used in the area. For this region we are convinced that using of the single-entry and double-entry tables prepared by this study will lower the economic losses to minimum in forestry applications.

Keywords: Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.), Bitterlich Spiegel Relascope, tree volume table

2019, 51 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Serdar CARUS'a teknik ve yazılım desteğinde yardımcı olan Öğr. Gör. Süleyman UYSAL'a teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca arazi çalışmalarında yardımcı olan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yenişarbademli MYO öğrencilerine teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz sevgi saygılarımı sunar teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Yusuf ULUDAĞ
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanının yeri.....	13
Şekil 3.2. Bitterlich aynalı relaskop(a) ve iç görünümü(b)	16
Şekil 4.1. Test materyali gerçek ağaç hacimleri ($n=50$) ve onların göğüs çapı ve boy değerlerine göre Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli ağaç hacim tablosu tahmin değerleri.....	33
Şekil 4.2. Test materyali gerçek ağaç hacimleri ($n=50$) ve onların göğüs çapı ve boy değerlerine göre Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen çift girişli ağaç hacim tablosu tahmin değerleri.....	34
Şekil B. Arazi çalışmalarından görünümler.....	50



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Örnek ağaçların dendrometrik özelliklerine ait bazı istatistikler	13
Çizelge 3.2. Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına göre dağılımı	14
Çizelge 3.3. Örnek ağaçların alındığı meşçereye ait bazı hacim ve hacim elemanları özellikleri.....	14
Çizelge 4.1. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri.....	25
Çizelge 4.2. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin regresyon katsayıları.....	25
Çizelge 4.3. Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için tek girişli ağaç hacim tablosu	26
Çizelge 4.4. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri.....	27
Çizelge 4.5. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin regresyon katsayıları.....	29
Çizelge 4.6. Test materyali örnek ağaçların dendrometrik özelliklerine ait bazı istatistikler	31
Çizelge 4.7. Test materyali örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına göre dağılımı.....	32
Çizelge 4.8. Test materyali örnek ağaç hacimleri, Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli (Uludağ ₁) ve çift girişli (Uludağ ₂) ağaç hacim tablosu tahmin değerleri.....	34
Çizelge 4.9. Test materyali örnek ağaç hacimleri gerçek hacim kabul edildiğinde Alemdağ (1962), Usta (1991) ve çalışmada elde edilen düzenlenen tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosunun test edilmesi	36
Çizelge A. Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için çift girişli ağaç hacim tablosu	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_i	Regresyon katsayısı
cm	Santimetre (cm)
\bar{D}	Ortalama hata
$ \bar{D} $	Ortalama mutlak hata
d	Göğüs çapı (cm)
dm^3	Desimetre küp (dm^3)
$d_{1.3}$	Göğüs çapı (cm)
$f_{1.3}$	Göğüs boyu şekil katsayısı
F	F hesap değeri
h	Ağaç boyu (m)
ha	Hektar (10000 m^2)
hüst	Meşçere üst boyu (m)
log	Adi logaritma (10 tabanında)
m	Karşılaştırılan denklem sayısı
m^2	Metrekare (m^2)
m^3	Metreküp (m^3)
n	Örnek ağaç sayısı (adet)
PVE (%)	Açıklanan varyans yüzdesi (%)
OMH (%)	Ortalama mutlak hata yüzdesi (%)
R_i	Denkleme ilişkin rölatif sıra numarası
R^2	Belirtme katsayısı
RSB	Rölatif silindir boyu
Se	Regresyon denkleminin standart hatası
$S_{enbüyük}$	Denkleme ilişkin en büyük ölçüt değeri
$S_{enküçük}$	Denkleme ilişkin en küçük ölçüt değeri
S_i	Denkleme ilişkin istatistiki ölçüt değeri
t	Ağaç yaşı (yıl)
T	Meşçere yaşı (yıl)
THY (%)	Toplam hata yüzdesi (%)
v	Ağaç hacmi (dm^3)
V_i	Ölçülen ağaç hacmi (dm^3)
V_{reg}	Denklemden hesaplanan ağaç hacmi (dm^3)
V_{ort}	Ortalama ağaç hacmi (dm^3)
Σ	Toplam
Π	Pi sayısı (3.14)

1. GİRİŞ

Orman işletmeciliğinde işletmenin servetinin çok büyük bir miktarını ağaç servetinin oluşturmasından ötürü ağaç serveti miktarının belirlenmesi gerekir. Servetin belirlenmesi ise sadece işletmenin sahip olduğu ağaç türleri için hacim tablosunun düzenlenmiş olması ile mümkündür (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984).

Ağaçların gövdeleri bildiğimiz hesaplanması kolay olan koni, silindir, nayloid ve paraboloid gibi geometrik şekillere tam olarak benzemediğinden ormanda bulunan ağaç hacimlerinin analitik yöntemlerle direkt olarak hesaplanması pek mümkün olmadığından dikili ağaç hacimlerinin saptanabilmesi için çalışmalar yapılmakta ve çok sayıda yöntem geliştirilmektedir (Loetsch vd., 1973; Yavuz ve Şentürk, 1998). Ormancılıkta tek ağaç hacminin tahmini için kullanılan en yaygın yöntem ağaç hacim tabloları yöntemidir (Kalıpsız, 1984). Ağaç hacim tabloları; göğüs çapı, ağaç boyu, göğüs boyu şekil katsayısı gibi değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ağaç hacmi tahminine yararlar. Ağaç hacminin tahmininde bu değişkenlerden göğüs çapının kullanılması durumunda tek girişli ağaç hacim tabloları, göğüs çapı ve ağaç boyunun birlikte kullanılması durumunda da çift girişli ağaç hacim tabloları olarak adlandırılmaktadır (Kalıpsız, 1984; Avery ve Burkhart, 1994).

Ülkemizde oduna olan hızlı talep artışına karşılık, ormanlarımızın üretim güçleri giderek azalma gösterdiğinden yaklaşık 50 yıl önce dikim yoluyla ağaçlandırma çalışmalarına başlanılmıştır (Anonim, 2012). Ağaçlandırmalarda sıklıkla tercih edilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türü için de tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının oluşturulması gereklidir. Diğer yandan, doğal yoldan gelmiş kızılçam meşcereleri için Alemdağ (1962) tarafından düzenlenmiş ağaç hacim tablosu bölgesel tablo (ülke geneli) niteliği taşıdığından, ağaçlandırmalar için kullanılması hacim belirlemelerinde yetersiz kalmakta ve bazen de oldukça farklı tahminlerde bulunmaktadır. Kızılçam ağaçlandırmalarının yayılış gösterdiği Isparta yöresinde de ağaç hacim tablolarının elde hazır bulunması halinde ağaç servetinin tahminindeki örnekleme hatası daha az olacaktır.

Orman envanterinin çalışmalarının yapılabilmesi için bağlı bulunan meşcerenin hacminin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Orman işletmelerindeki çalışmalarda ağaç hacim tablolarından faydalanılarak meşcere hacmi hesaplanmakta ancak çoğu durumda meşcereye uygun nitelikte ağaç hacim tablosu veya uygun ağaç hacim denklemi kullanılmamaktadır. Bu durumda meşcerenin ağaç serveti hesaplanırken yanlış sonuçlar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Tek girişli ağaç hacim tabloları yöresel nitelikte ve çift girişli hacim tabloları ise bölgesel niteliktedir (Kalıpsız, 1984; Batu, 1995).

Tek ağaçların hacimleri toplamı ile hektardaki hacim hesaplanmaktadır. Ancak her bir ağacın hacmini hesaplamak mümkün olamayacağından, ağaç hacim tabloları yardımıyla bu sorun aşılmaktadır.

Ülkemizde önemli orman ağacı türlerimiz başta olmak üzere birçok ağaç türümüz için ağaç hacim tabloları düzenlenmiştir. Ancak, aynı ağaç türünün bireyleri yetiştirme ortamı ve meşcere koşullarına bağlı olarak değişik hacim değerlerine ulaşabilmektedir. Dolayısıyla ağaç hacim tablolarını özellikle yetiştirme ortamı koşullarındaki değişimi daha iyi yansıtabilecek şekilde yöresel ölçekte düzenlenmesi daha uygun görülmektedir (Kalıpsız, 1984; Avery ve Burkhart, 1994; Eler ve Carus, 2006).

Ülkemizin yüz ölçümünün yaklaşık olarak %27'si ormanlarla kaplı olup bu da 21,7 milyon hektara karşılık gelmektedir. Kızılçam iğne yapraklı ormanlarımız içerisinde alansal olarak 5,9 milyon hektar yayılışıyla ve %42'lik bir yüz ölçümü oranıyla ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2012). Bununla birlikte, ülkemiz Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi ağaçlandırma sahalarının tamamına yakını potansiyel olarak kızılçam ağaçlandırma sahasıdır (Anonim, 2001). Elde edilen bu neticeler ışığında kızılçamın ülkemiz ormancılığı açısından büyük öneme sahiptir.

Ülkemizde Usta (1991) tarafından kızılçam ağaçlandırmalarında kullanılmak üzere hazırlanan çift girişli ağaç hacim tablosu bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi kızılçam ormanlarının Orman Amenajman Planlarında ve çalışma alanımız olan

Ağlasun yöresinde de söz konusu tablonun dikim yoluyla oluşturulan meşcereler için Usta (1991) tarafından hazırlanan çift girişli hacim tablosunun kullanılması gerekirken, yerine Alemdağ (1962) tarafından doğal ormanlar için hazırlanmış çift girişli ağaç hacim tablosundan türetilmiş tek girişli ağaç hacim tablosunun uygulamada kullanıldığı tarafımızdan görülmüştür. Hacim tahminindeki bu farklılığın önem taşımadığı kanısıyla da yörede planların yenilemesinde bu hususun dikkate alınmadığı da dikkati çekmektedir.

Ülkemizde bulunan dikimle oluşturulmuş kızılçam meşcereleri yetişme ortamı koşulları, iklimik ve topoğrafik özellikler bakımından geniş çeşitlilik göstermektedir. Herhangi bir ağaç türü için geliştirilen hacim denklemlerinin aynı ağaç türünün farklı yetişme ortamı koşullarındaki meşcerelerinde kullanılması ile hacim tahminleriyle Orman Amenajman Planlarında ağaç serveti envanteri hesaplamalarının hatalı yapılmasına neden olmaktadır (Brooks ve Wiant, 2008).

Bu çalışmanın öncelikli amacı; ülkemiz yetişme ortamı çeşitliliği ve ekonomik değer açısından büyük öneme sahip ve iğne yapraklı orman ağacı türlerinden birisi olan kızılçam ağaçlandırmaları için geçerlilik alanı Ağlasun yöresi olacak tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları düzenlenerek, yöresel orman envanteri çalışmalarına katkıda bulunmaktır. İkincil amacı ise düzenlenecek olan ağaç hacim tablosunun mevcut ağaç hacim tablolarıyla istatistiksel olarak farklılık gösterip göstermediğinin test edilmesi oluşturmaktadır.

Bu çalışma 5 ana başlık altında sunulmuştur. Bu ana başlıklardan ilki "Giriş" birinci bölümü olup, bölümde ağaç hacim tablolarının önemi üzerinde durularak, çalışma konusunda genel ve özel nitelikli bilgiler verilmiştir. Çalışmanın bilime ve uygulamaya getireceği yenilikler belirtilmiştir. Ayrıca yöresel ve Türkiye bazında kızılçam ağaçlandırmaları hakkında hacim ve alansal bilgiler de verilmiştir.

"Kaynak Özetleri" başlıklı ikinci bölümünde, konu ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklardan bilgiler verilmiştir.

“Materyal ve Yöntem” başlığı altında ise; araştırma konusu için toplanan materyaller ile bu materyallerden sağlanan bilgilerin elde ediliş ve değerlendiriliş biçimleri üzerinde durulmuştur. Alınan örnek ağaçlarda yapılan gözlem, tespit ve ölçme yöntemleri açıklanmıştır. Ayrıca, toplanan verilerin değerlendirilme yöntemleri ve kullanılan istatistiksel analizler konusunda bilgiler verilmiştir.

“Araştırma Bulguları ve Tartışma” bölümünde ise; örnek ağaçlar vasıtasıyla elde edilen verilerinin değerlendirilmesi neticesinde ortaya çıkan bulgular verilmiş, ortaya çıkan bu bulguların benzer konularda yapılmış yerli ve yabancı kaynaklarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

“Sonuç ve Öneriler” bölümünde ise; araştırma bulguları ve tartışma bölümünden elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve uygulamacılara önerilerde bulunulmuştur. Çalışmada ulaşılmak istenen hedeflere tam olarak ulaşıp ulaşamadığı veya hedefin ne kadarlık bir kısmına ulaşılabilirdiği de verilmiştir. Bunlara ek olarak ta çalışmada yararlanılan yerli ve yabancı literatür kaynaklar bölümünde verilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Alemdağ (1962), "Türkiye'de Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları " isimli çalışması ile doğal yoldan gelmiş, saf, müdahale görmemiş normal kapalı kızılçam ormanlarında aldığı 109 adet örnek alanda ölçümler yapmıştır. Bu örnek alanlardan elde ettiği veriler ile meşcere düzeyinde artım ve büyümeyi yaş ve bonitet ilişkisi ile incelemiştir. Kızılçam çift girişli ağaç hacim tablosu, Bonitet Endeks Tablosu ve Hasılat Tablosu düzenlemiştir. Hasılat tablosunu 3 bonitet sınıfı ve beşer yıllık yaş basamaklarında 25- 150 yaş periyodunu kapsayacak şekilde hazırlamıştır. Araştırma sonucunda da normal kuruluş gösteren meşcerelerin optimum gelişmeyi gösterdiğini belirtmiştir.

Akalp (1978), "Türkiye'deki Doğu ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları" isimli çalışmasında, doğal yoldan oluşmuş, müdahale görmemiş, normal saf ve eşit yaşlı Doğu ladini meşcerelerinin farklı yaş ve yetiştirme muhitindeki gelişme eğilimlerini araştırmıştır. Doğu ladini meşcerelerinde doğal ayrılmaların çok uzun yıllar sürdüğü bu durumun ise meşcerelerinin gelişimini geciktirdiğini tespit ederek uygulamaya yönelik önerilerde bulunmuştur.

Usta (1991), Türkiye'de ağaçlandırma ile oluşturulmuş kızılçam meşcerelerinde, artım ve büyüme ile çeşitli ağaç hacim ve hacim öğeleri arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Sonuç olarak, kızılçam ağaçlandırma sahaları için çift girişli ağaç hacim tablosu, bonitet endeks tablosu ve çeşitli sıklıklarda hasılat tabloları da düzenlemiştir.

Yeşil (1992), Türkiye' de doğal yoldan gelmiş aynı yaşlı ve saf kızılçam meşcerelerinin değişik sıklık ve bonitet derecelerinde yaşa göre gelişmeleri araştırmıştır. Bu amaçla kızılçamın yoğun olarak yayılış gösterdiği Akdeniz ve Güney Ege Bölgelerinden sözü edilen özelliklere sahip olan 319 örnek alan almıştır. Bu alanlardan toplanan materyallerden yararlanılarak kızılçam Bonitet endeks tablosu, Hasılat tablosu ve Ürün çeşitleri hasılat tablosu düzenlemiştir. Hasılat tabloları 5 bonitet sınıfını, 10 sıklık derecesini ve 20- 100 yaş periyodunu

kapsayacak şekilde hazırlamıştır. Kızılçam hasılat tablosundan alınan kalan meşcere ve ayrılan meşcereye ait olan hacim ve hasılat ögelerini incelemiştir.

Erkan (1996), “Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu” başlıklı çalışmada Türkiye’deki aynıyaşlı doğal kızılçam meşcereleri incelenmiştir. Bu amaçla Kahramanmaraş, Adana, Mersin, Antalya ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü alanlarından 265 adet örnek alan alınmıştır. Çalışma tek ağaç büyümesini esas almaktadır. Tek ağaçların değişik koşullardaki büyüme, gelişme ilişkileri tespit edilmiş ve büyüme endeksi (BEN) geliştirilmiştir. Söz konusu endeks ağaçlar arası mesafeye bağlı olarak geliştirilmiştir ve komşuluk ilişkilerini yansıtmaktadır. Tek ağaç ilişkileri belirlendikten sonra simülasyon tekniği kullanılarak meşcereye geçilmiştir. Çalışmanın sonucunda doğal kızılçam meşcereleri için bir hasılat tablosu hazırlanmıştır. Hasılat tablosu 5 bonitet sınıfı ve 25-120 yaş periyodunu kapsayacak şekilde hazırlamıştır.

Mısır vd. (2005), “Normal Hasılat Tablosu ile Müdahale Görmüş Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinde Hacim Tahmini ve İstatistiksel Denetimi” isimli çalışmada, Akalp (1978), tarafından düzenlenen Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) normal hasılat tablosu ile Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ormanüstü Planlama Birimi ve Artvin Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan müdahale görmüş Doğu ladini meşcerelerine hacim bakımından uygun olup olmadığını test edilmiştir. Bu amaçla, KTÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ormanüstü Planlama Biriminden 132 ve Artvin Merkez İşletme Şefliğinden 103 adet olmak üzere toplam 235 adet örnek alan alınmıştır. Normal hasılat tablosu yardımıyla örnek alanların meşcere hacmi, meşcere orta yaşı, meşcere üst boyu, hektardaki göğüs yüzeyi verileriyle tahmin edilmiştir. Daha sonra da örnek alan meşcere hacmi ile tahmin hacim değerleri istatistiksel olarak eşleştirilmiş t-testi ile de karşılaştırılmış ve %95 güven düzeyinde modelin tahminin gerçek verilere uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Çatal vd. (2005), Isparta-Gölcük Yöresinde dikim yoluyla getirilen Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ağaçlandırmaları için yöresel tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturmuşlardır. Ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi için altı tek girişli ve yedi çift girişli olmak üzere toplam 13 adet ağaç hacim denklemi test edilmiştir. Uygun olarak görülen Dissescu-Meyer ve Schumacher- Hall denklemleri için, korelasyon katsayısı 0.994 ve 0.997; belirtme katsayısı 0.988 ve 0.994 bulunmuştur. Regresyon denklemlerinin standart hataları 0.036 ve 0.087 m³, toplam hata yüzdeleri -% 0.255 ve % 0.820; ortalama mutlak hata yüzdeleri de % 2.426 ve % 5.370' dir. Bu iki ağaç hacim denkleminin bağımsız veri grubu ile uygunluk denetimi yapılmış ve Isparta-Gölcük yöresi Yalancı akasya ağaçlandırma sahaları için %95 güven düzeyi ile gerçek verilere uygun oldukları belirlenmiştir.

Ercanlı vd. (2008), Sinop Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tabloları hazırlamışlardır. Bu amaçla, 101 örnek ağaç ve bu ağaçlardan türetilen 1660 adet ağaca ait veri kullanılarak, tek girişli ağaç hacim tabloları için altı ve çift girişli ağaç hacim tabloları içinde 28 ağaç hacim denklemi test edilmiştir. Tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi, ortalama mutlak hata yüzdesi, belirtme katsayısı ve açıklanan varyans yüzdesi gibi yedi farklı ölçüte göre seçilen birer denklem ile sahilçamı meşcereleri için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları oluşturulmuştur.

Çatal (2009), "Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme" isimli çalışmasında kızılçamda artım ve büyümeyi tek ağaç ve meşcere düzeyinde meşcere yaşı, bonitet sınıfı ve sıklık derecesine göre incelenmiştir. Aynı yaşlı, doğal ve saf kızılçam meşcerelerinde artım ve büyümenin simülasyonu için bir model geliştirilmiştir. Model, 10 yıllık periyotlar için periyot başı ve sonunda meşcere hacmi, ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımı, hacim artımı, ortalama boy, göğüs yüzeyi ve ayrılan meşcereyi vermektedir. Daha sonra değişik meşcere yaşı ve bonitet sınıfları için, normal meşcere kuruluşu ve birim alanda en yüksek hacim artımını veren bir optimal sıklık derecesi de belirlemiştir.

Erkan vd. (2010), “Dikili Satış Uygulamalarında Hacim Belirlenmesinde Çift Girişli Hacim Tablosunun Kullanımı” isimli çalışmalarında Antalya Bölge Müdürlüğüne bağlı, Antalya-Merkez, Kumluca-Akdağ ve Korkuteli-Ardıçdağ Orman İşletme Şefliklerinde üç adet dikili satış yapılan bölmelerde yöresel dikili ağaç hacim tablosundan elde edilen verilerle ve yine aynı meşcerelerde çap- boy ölçmeleri ile oluşturulan meşcere boy eğrisinden elde edilen tek ağaç çap ve boy verileri çift girişli ağaç hacim denkleminde kullanılarak elde edilen ağaç hacim verileri arasındaki farklılık yüzdelerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak ta, bonitet sınıfına bağlı olarak tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının tahmini hacim değerleri birbirinden farklı olduğu bulunmuştur. Bu farkın nedenini de, hacim belirlenmesinde kullanılan ve Orman Amenajman Planından alınan tek girişli ağaç hacim tablosunun ilgili plan ünitesi için düzenlenmesinden ve daha geniş bonitet sınıfı aralığını kapsadığı için plan ünitesi ortalamasını yansıtmaması, dikili satışa konu her bir bölmenin ise bu ortalamadan farklı ve kendine özgü bir bonitet sınıfına sahip olması ile açıklamışlardır.

Karaca (2012), “Burdur Yöresindeki Saf, Aynı Yaşlı ve Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Çeşitli Kızılçam Hasılat Tablolarının Tahminlerinin Kıyaslanması” isimli yüksek lisans tez çalışmasında Alemdağ (1962), Yeşil (1992), Erkan (1996) ve Çatal (2009) tarafından düzenlenen kızılçam normal hasılat tablosunun, Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Çamlık Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan müdahale görmüş kızılçam meşcerelerine hacim, yıllık hacim artımı ve orta çap tahmini bakımından istatistik açıdan uygun olup olmadığının test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, değişik yaş, bonitet sınıfı ve sıklık derecelerinde toplam 132 adet örnek alan verisi kullanılmıştır. Örnek alanların alındığı meşcerenin hacmi, hacim artımı ve orta çapı (gerçek değerler) ile normal hasılat tablolarıyla örnek alan verileri (meşcere yaşı, üst boyu, göğüs yüzeyi), kullanılarak meşcere hacmi (m^3/ha), yıllık hacim artımı ($m^3/ha/yıl$) ve orta çap (cm) değerleri tahmin değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Hasılat tabloları tahminleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte, Yeşil (1992) tarafından hazırlanan kızılçam hasılat tablosunun meşcere yıllık hacim artımının tahmininde güvenle kullanılabileceği önerisinde bulunmuştur.

Sönmez ve Çakıroğlu (2012), çift girişli ve tek girişli ağaç hacim tablosu kullanarak Meyer'in Enterpolasyon Yöntemi'ne göre meşcere hacim artımı ve tahminlerinin karşılaştırılması yapmıştır. Bu amaçla Artvin yöresi doğal yoldan gelmiş saf ve aynı yaşlı Doğu ladini meşcerelerinde 1000 m² büyüklüğünde üç adet örnek alan almıştır. Bu verileri hem tek girişli hem de çift girişli ağaç hacim tablosu kullanılarak çap basamaklarındaki hacimleri ve hacim artımları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Sonuçta çift girişli ağaç hacim tablosu kullanılarak bulunan meşcere hacim artımının tek girişli ağaç hacim tablosu kullanılarak bulunan meşcere hacim artım değerinden %16 daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Yavuz ve Mısır (2013), Türkiye' deki ağaç hacim tablolarının gelişimini; bilgisayar öncesi dönem, bilgisayar programı yazılım dönemi ve istatistik bilgisayar paket program kullanım dönemi olmak üzere üç bölüme ayırmıştır. Bilgisayar öncesi dönemde grafik ve istatistik yöntemler kullanılmıştır. İstatistiksel yöntemler basit hesap makineleri ile analiz edilebildiğinden oldukça fazla emek harcanmıştır. Bilgisayar yazılım geliştirme döneminde ise, genellikle Fortran programlama dili kullanılmıştır. Bu dönemde genellikle tek bir hacim fonksiyonu oluşturulmuş ve bu fonksiyonuna ilişkin belirtme katsayısı, tahminin standart hatası, toplam hata yüzdesi ve mutlak hata yüzdesi değerleri verilmiştir. İstatistik bilgisayar paket programlar döneminde de genellikle SPSS ve SAS programlarından yararlanılarak çok sayıda ve karmaşık yapıdaki regresyon denklemleri kısa süre içinde test edilmiştir.

Su (2014), Antalya- Korkuteli Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan dikim yoluyla genişletilmiş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcereleri için tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu hazırlayarak bir yüksek lisans tez çalışması yapılmıştır. Çalışmasında 50 adet örnek ağaçtan sağlanan gövde analizine ait göğüs çapı (d), boy (h) ve hacim (dm³) verilerinden yararlanılmıştır. Çok sayıda model test edildikten sonra uygun modellerle yöresel nitelikte, tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu hazırlanmıştır.

Özçelik ve Çevlik (2017), Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) meşcerelerinin hacim tahminleri için kullanılan 49 adet farklı hacim denklemi

geliştirilmiştir. Bu denklem geliştirme ve test verileri için altı farklı ölçüt (ortalama hata, ortalama mutlak hata, hata kareler ortalamasının karekökü, maksimum mutlak hata, uyum indeksi ve Akaike bilgi kriteri) kullanılmış, belirlenen denklem mutlak olmayan sıralama kriterine göre gerçekleştirilmiştir. Bu denklemlerin sıralarına göre, en başarılı hacim denklemi Takata (1958) ve Schumacher ve Hall (1933) olmuştur. Ancak daha kolay bir şekilde kullanılması ve yörede yaygın bir biçimde kullanılması sebebiyle, hacimleri tahmin etmek için kullanılan denklem Schumacher ve Hall (1933) önerilmiştir.

Özçelik ve Kalkanlı (2018), Kaş-Antalya yöresi doğal kızılçam meşçerelerinden toplam 519 örnek ağaç ölçümü yapılarak yöresel ağaç hacim denklemlerinin oluşturulması amaçlamışlardır. Çalışmada 34 farklı regresyon modeli denenmiştir. En uygun hacim denklemini tespit etmek, test etmek ve geliştirmek için beş ayrı ölçüt kriteri (ortalama hata, ortalama mutlak hata, uyumluluk indeksi, hata kareler ortalamasının karesi ve akaike bilgi kriteri) kullanılmıştır. Bu ölçütler nispi ölçütlere göre sıralanmış ve en başarılı modeller belirlenmiştir. Ancak kızılçam türü için yaygın olarak kullanılması ve uygulamada diğerlerinden nispeten daha kolay olduğu için Model 4 en uygun hacim denklemi olarak önerilmiştir.

Çatal ve Güneş (2018), çalışmada Antalya yöresindeki doğal olarak yetişen Titrek kavak (*Populus tremula* L.) için yöresel bazda tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiştir. Ağaç hacim tablolarının oluşturubilmek için 11 adet tek girişli ve 13 adet çift girişli olmak üzere 24 adet ağaç hacim denkelmi test edilmiştir. Yöre için, model 1 ve model 12 başarılı bulunmuştur. Modellerde elde edilen sonuçların yöreye uygunluğu bağımsız veri seti kullanılarak eşleştirilmiş t-testi ile denetlenmiş ve % 99,9 güven düzeyi ile yöre için uygun oldukları sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmadaki bu bölüm materyal ve yöntem alt başlıkları halinde yer almaktadır. Materyal başlığı altında kızılçam türü ile ilgili çeşitli özet nitelikte bilgiler, çalışma alanı ve örnek ağaçlara ait istatistiki bilgiler verilmiştir. Yöntem bölümünde, örnek alanlar ve örnek ağaçlarda yapılan ölçümler ve tespitlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi yöntemleri açıklanmıştır. Ayrıca, tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu hazırlama yöntemi detaylı olarak verilmiştir.

3.1. Materyal

Kızılçam ağaç türü yayılış alanı, artım ve büyüme özellikleri, yarattığı ekonomik değerle ülkemizin en önemli asli orman ağacı türlerimizdendir (Şentürk vd., 2010; Özkan ve Kuzugüdenli, 2010). Çalışmamızda bu alt bölümde önce kızılçama ait genel bilgiler başlığı altında; botanik, ekolojik, silvikültürel, teknolojik özellikleri ve odunun kullanım yerleri olmak üzere çeşitli konularda bilgiler verilmiştir. Sonrasında çalışma alanının tanıtımı yapılmıştır.

3.1.1. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türüne ait genel bilgiler

Kızılçam, bitkiler aleminin tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) bölümü, açık tohumlular (*Gymnospermae*) alt bölümü *Coniferae* sınıfı *Pinaceae* familyasının *Pinus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Anşin, 1994). Kızılçam, Türkiye’de doğal yayılış gösteren beş çam türünden birisidir (Davis, 1965; Boydak vd., 2006).

Kızılçamın tepe yapısı genç yaşlarda piramit, ileri yaşlarda yayvan görünümündedir. Kabuğu düzgün, boz renkte, ileri yaşlarda kalın, derince yarıklı ve esmer kırmızımsıdır. Genç sürgünleri tüysüz, önceleri kırmızımsı, gelişimiyle birlikte yeşilimsi kahverengi renktedir. İğne yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte ve fırça biçimindedir (Anşin, 1994). Tomurcuklar 15-20 mm uzunluktadır. Kozalaklar, 6- 11 cm boyunda, parlak açık kahverengi ve sürgünlere dik ya da yan durumlu olarak çoğunlukla 2- 6 adedi bir arada bulunur (Anşin, 1994).

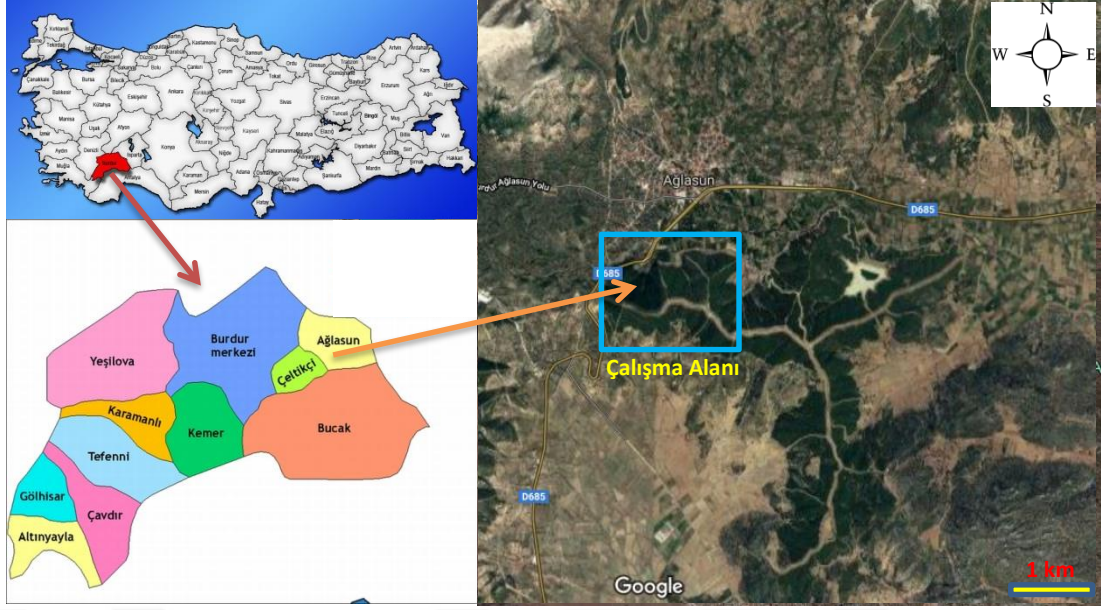
Ülkemizde kızılçam en yoğun yayılışını Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya'da genellikle 0- 1300 m yükseltilerde yapmaktadır (Yaltırık, 1993). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ülkemizdeki en önemli asli ağaç türlerinden birisidir. Tür yayılışının büyük kısmını Akdeniz bölgesinde yapar. Deniz seviyesinden 1000-2000 m yüksekliğe kadar ulaşır, ışığı sever ve hızlı büyür. Yayılış sahası içinde genellikle saf meşcereler kurar. Bununla beraber yer yer sedir, karaçam ve ardıç ile karışık meşcereler halinde bulunur. Kanaatkâr bir tür olup, bütün toprak tipleri üzerinde yayılır (Özkan ve Kuzugüdenli 2010)

Kızılçamın, yaz kuraklığına dayanıklılığı yanı sıra tortul (kireçtaşı, marn, konglomera vb.) volkanik (serpantin, peridotit, bazalt vb.) ve metamorfik (gnays, mikaşist, killi şist vb.) kayalardan oluşan topraklar üzerinde de görülebilmesi ve hızlı bir büyüme yeteneği göstermesi açısından önemli bir ağaç türümüzdür. Kızılçamın vejetasyon döneminde bağıl nemin %50'nin altına düştüğü yerlerde iyi bir gelişme yapmadığı belirtilmiştir (Atalay vd., 1998).

Kızılçam odunu kereste, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tel-maden direk, çit kazığı, döşeme, travers, tarım aletleri, mobilya vb. yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, kabukları da tanen üretiminde değerlendirilmektedir (Erten ve Taşkın, 1985).

3.1.2. Çalışma alanı

Çalışmamız materyalinin alındığı ağaçlandırma sahası, Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Burdur Orman İşletme Müdürlüğü içinde yer alan Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Yörede, 1974 yılında yapılan büyük çoğunluğu kızılçam olan ağaçlandırmaları 1.5 m x 3.0 m aralık-mesafe ile yapılmış ve toplam 600 ha büyüklüktedir (Anonim, 2014). Çalışmamızda arazi çalışmaları 2017 yılı sonbahar aylarında yaklaşık 100 ha büyüklüğündeki arazide yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının yeri

Çalışma alanı deniz seviyesinden ortalama 1050 m yükseltide olup, Burdur ilinin kuzeydoğusunda Burdur- Isparta karayolu bitişiğinde yer almaktadır. Çalışma alanı geçmişte tarımsal faaliyetler yapılmış arazilerdir. Akdeniz Bölgesi ile İç Anadolu karasal ikliminin geçiş kuşağında, yağış miktarı Akdeniz iklimi ortalamalarından düşük olup yıllık ortalama sıcaklık değeri, İç Anadolu iklimine daha yakındır. Isparta meteoroloji istasyonunun verilerine göre ortalama en düşük sıcaklığın Ocak ayında (1.7°C) olduğu görülmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık ise 12°C ' dir. Yıllık toplam yağış miktarı 581 mm' dir (Anonim, 2014).

Çalışma yapılan alanlarda örnek ağaçların alındığı meşcerelerin müdahale görmüş olduğundan en az orta kapalılıkta olmasına özen gösterilmiştir. Ağlasun-Burdur yöresinde dikim yoluyla oluşturulmuş kızılçam meşcerelerinden değişik çap-boy basamaklarından seçilen 335 adet örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Örnek ağaçların dendrometrik özelliklerine ait bazı istatistikler

Değişkenler	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
Göğüs çapı (cm)	19.25	44.50	30.66	5.19	16.95
Boy (m)	10.00	24.50	18.09	3.12	17.26
Hacim (dm^3)	112.53	1371.97	496.83	240.64	48.44

Kullanılan veriler 4cm' lik çap ve 2m' lik boy basamaklarına dağılımı Çizelge 3.2' de verilmiştir. Ayrıca, ölçümlerin çap- boy dağılımlarında Şekil 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına göre dağılımı

Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)								Toplam
	11	13	15	17	19	21	23	25	
18	-	3	1	-	-	-	-	-	4
22	3	10	14	4	-	-	-	-	31
26	-	13	24	20	5	2	1	-	65
30	-	-	11	43	22	12	4	-	92
34	-	-	3	16	32	24	16	3	94
38	-	-	-	2	10	9	16	-	37
42	-	-	-	-	2	2	5	2	11
46	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Toplam	3	26	53	85	71	49	42	6	335

Örnek ağaçların alındığı meşcerelere ait özellikler de Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Örnek ağaçların (n=335) alındığı meşcereye ait bazı hacim ve hacim elemanları özellikleri

Yaş (yıl)	Orta çap (cm)	Orta boy (m)	Üst boy (m)	Orta hacim (dm ³)
44	30.66	18.09	24.05	496.83

3.2. Yöntem

Bu alt bölümde örnek ağaçlarda yapılan ölçümler ve ölçümlerin değerlendirilmesi işlemleri açıklanmıştır.

3.2.1. Örnek ağaçlarda yapılan ölçümler

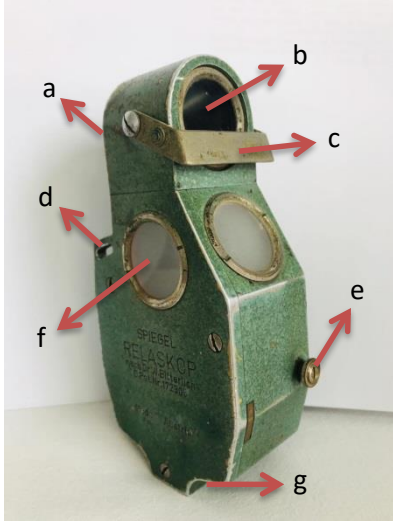
Örnek ağaçlar belirlenirken, tepelerinin sağlam olmasına, farklı çap ve boy basamaklarını temsil etmelerine ayrıca hacim sonuçlarında görülmesi muhtemel varyasyonları yansıtabilecek şekilde değişik yetiştirme ortamı özelliklerine (bakı, eğim ve yükselti vb.) sahip alanlardan seçilmesine özen gösterilmiştir. Dikim

yoluyla getirilmiş kızılçam meşceleri günümüzde yörede genellikle ince ağaçlık gelişim çağında, %80-90 kapalılıkta meşcerelerdir.

Örnek ağaçların göğüs çapları, çap ölçer yardımıyla birbirine dik iki ölçümün ortalaması alınarak bulunmuştur. Ağaçların boylarını ölçmek için ise Silva boy ölçeri kullanılmıştır. Boy ölçümünü yapmak için standart mesafe seçilen 10 m şerit metre yardımıyla ölçülmüştür. Ağacın tepe tomurcuğuna nişan alıp 20 m'lik tanjant skalasındaki sayı değeri okunmuş (a_1), daha sonrasında ağacın dip kısmına nişan alıp 20 m'lik tanjant skalasındaki sayı değeri okunmuş (a_2) ve okunan iki sayı değeri cebrik toplamı (a_1+a_2) bulunmuştur. Elde edilen değerlerin yarısı ağacın boyunu vermiştir.

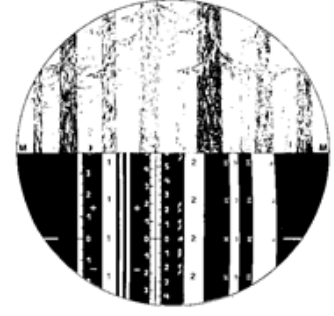
Ağaç hacmini tahmin etmek için, Bitterlich aynalı relaskop (relaskop) kullanılmıştır (Şekil 3.2.a). Relaskop avuç içerisine sığabilecek büyüklük ve yaklaşık 100-150 g ağırlığa sahip bir alettir. Aletin dış kısmında gözlem deliği, gözlem penceresi, ayarlanabilir güneşlik, iki yanda ve bir önde üç adet aydınlatma penceresi, mandal, aleti boyuna asmağa yarayan kayış yerleri ve aletin alt kısmında aleti sehpa (üç ayak) üzerine oturtmak için bir vidalama yeri bulunmaktadır.

Relaskop ile örnek ağacın göğüs çapına gözlem penceresinden bakılarak, arazide ileri-geri adım ile gidip gelinerek ağacın göğüs çapı 1'lik şerit + 4 çeyrek şeride teğet durumuna getirilmiştir (Şekil 3.2. b). Durulan bu noktada aletin mandalına basılmadan ağacın yukarı kısımlarına doğru çıkılır ve 1'lik şeride gövdenin teğet olduğu nokta (yükseklik) belirlenmektedir. Bu noktada mandala basılarak 25m'lik boyölçme şeridindeki tanjant değeri okunmaktadır (a_1). Bu noktadan bir kez de ağaç dibinden 0.65m aşağıya bakılarak 25m'lik boyölçme şeridinden ikinci okuma (a_2) yapılmış ve sayı değerleri (a_1 ve a_2) cebrik olarak toplanmıştır. Daha sonra bu değerlerin 2/3'ü örnek ağacın Rölatif Silindir Boyunu (RSB) vermektedir (Denklem 3.1). Aynı zamanda RSB değeri dendrometrik olarak denklem 3.2 ye eşittir (Kalıpsız, 1984).



(a)

- a) Gözlem deliği
- b) Gözlem penceresi
- c) Güneşlik
- d) Kayış yeri
- e) Mandal (pandül)
- f) Aydınlatma penceresi
- g) Sehpa yeri



(b)

Şekil 3.2. Bitterlich aynalı relaskop(a) ve iç görünümü(b)

$$RSB = \frac{2}{3} (a_1 + a_2) \quad (3.1)$$

$$RSB = \frac{h * f_{1,3}}{d_{1,3}} \quad (3.2)$$

Burada, RSB=Rölatif silindir boyu(m), a1 ve a2 relaskop ölçüm değerleri, h=ağaç boyu(m), d_{1,3} =göğüs çapı(m) ve f_{1,3}=göğüs boyu şekil katsayısını ifade etmektedir.

Gövde hacminin tayininde ağacın göğüs çapı metre cinsine dönüştürülerek denklem 3.3 yardımıyla dikili ağacın gövde hacmi m³ cinsinden bulunmuştur.

$$v = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 * h * f_{1,3} = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^3 * RSB \quad (3.3)$$

Burada, v=gövde hacmi(m³) ve π=pi sayısını(3,14) ifade etmektedir.

Bu çalışmada örnek ağaçlar Ağlasun yöresindeki kızılçam ağaçlandırma sahasından seçilmiştir. Ölçümler rasgele örnekleme ile seçilen 335 ağaçta boy(m), çap(cm) ve hacim değerleri (Relaskop ile) ölçülmüştür.

Çalışmada, toplam 335 adet örnek ağacın çap, boy ve hacim değerleri elde edilmiş ve üçlü veri grupları halinde bilgisayarda bir veri matrisine işlenmiştir. İstatistik yöntemle tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde SPSS Ver. 21 paket programı kullanılmıştır. Bu örnek ağaçların göğüs çapı ile boy basamaklarına dökümleri yapılmış ve uygun dağılım gösterip göstermedikleri incelenmiştir. Çap- boy basamaklarındaki ağaçların yatay ve dikey yönde genel olarak simetrik çan eğrisi görünümünü vermesiyle bu ağaçların çap-boy ve hacim değerlerinden bir hacim tablosu yapılabileceği anlaşılmıştır.

3.2.2. Yapılan ölçme ve tespitlerin değerlendirilmesi

Ağaç hacim tabloları, grafik çizim veya matematik yöntem (regresyon analizi) ile oluşturulabilmektedir (Spurr, 1952; Kalıpsız, 1984). Bu yöntemlerden grafik yöntem el yordamı ile uygulandığı, grafik çiziminin kişiden kişiye değişeceği ve bu çizimde noktaların eğriden gösterdikleri fark karelerin toplamının en aza indirilememesi nedenlerinden dolayı sakıncaları bulunmaktadır. Bu sorunları gidermek için de matematik yöntem tercih edilmektedir (Loetsch vd., 1973; Kalıpsız, 1984). Matematik yöntemde istatistiksel ilişkinin genel eğilimine uygun olarak önce bir matematik model (denklem) kararlaştırılmaktadır. Sonra, örnek ağaç ölçümlerine dayanarak, en küçük kareler yöntemine göre regresyon katsayıları hesaplanmaktadır. Son olarak katsayıları belirlenmiş olan bu matematik fonksiyondan genellikle tek girişli veya çift girişli ağaç hacim tablosu oluşturmak üzere, çap ve boy basamakları için hacimler hesaplanmakta ve tablo halinde düzenlenmektedir (Kalıpsız, 1984). Regresyon katsayıları yerine koyularak ağaç hacminin bulunması kolaylığı, farklı kişilerin maddi hata olmadan aynı sonucu bulabilmeleri yönünden daha objektif olmaktadır.

Ülkemizde değişik ağaç türleri için çeşitli yöntemlerle ağaç hacim tabloları yapılmıştır. Bunlardan meşe (Eraslan, 1954), Anadolu karaçamı (Gülen, 1959), Doğu kayını (Kalıpsız, 1962), Toros sediri (Evcimen, 1963), hacim tablolarının oluşturulmasında grafik yöntem kullanılmıştır. Göknar (Miraboğlu, 1955), Sarıçam (Erkin, 1956), kızılçam (Alemdağ, 1962), okaliptüs (Fırat ve Kalıpsız,

1963), sarıçam (Alemdağ, 1967), Doğu ladini (Akalp, 1978), Kazdağı göknarı (Asan, 1984), karakavak (Birler vd., 1983), göknar (Saraçoğlu, 1988), sarıçam ve Anadolu karaçamı (Yavuz, 1999), kızılağaç (Saraçoğlu, 1998), dişbudak (Şentürk, 1997), okaliptüs (Özkurt, 2000) için matematik yöntem kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Ağlasun-Burdur yöresinde dikimle oluşturulan kızılçam ağaçlandırmaları için kullanılabilir tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlemek amacıyla, matematik yöntemden yararlanılmıştır.

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde a) Yeterli sayıda ve uygun örnek ağacın seçimi, b) Hacim denklemlerinin oluşturulabilmesi için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ölçümü ve c) Farklı denklemlerin test edilmesi ve en uygun ağaç hacim denkleminin seçimi olmak üzere üç aşama söz konusudur (Loetsch vd., 1973; Abbot vd., 1997).

Bu çalışma kapsamında tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenebilmesi için yerli ve yabancı literatür taraması sonucunda elde edilen aşağıda verilen denklemler denenmiştir.

Tek girişli ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi için kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir;

$$v = a_0 + a_1 * d + a_2 * d^2 \quad (3.4)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d \quad (3.5)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^2 \quad (3.6)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^4 \quad (3.7)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.8)$$

$$v = a_0 + a_1 * d^2 + a_2 * d + a_3 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.9)$$

Çift girişli ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi için aşağıdaki denklemler denenmiştir;

$$v = a_0 * d^2 * h \quad (3.10)$$

$$v = a_0 + a_1 * d^2 * h \quad (3.11)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h \quad (3.12)$$

$$v = d^2 * (a_0 + a_1 * h) \quad (3.13)$$

$$v = a_0 d^2 + a_1 * d * h^2 + a_2 * d^2 * h \quad (3.14)$$

$$v = a_0 + a_1 d + a_2 * d^2 + a_3 * h + a_4 * d^2 * h \quad (3.15)$$

$$v = a_0 + a_1 d + a_2 * d^2 + a_3 * d * h + a_4 * d^2 * h \quad (3.16)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log(d^2 * h) \quad (3.17)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^2 + a_2 * \log h^2 \quad (3.18)$$

$$v = a_0 * d^2 + a_1 d * h + a_2 * d^2 * h^2 \quad (3.19)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h + a_3 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.20)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^2 + a_2 * h \quad (3.21)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * h + a_2 * \log d^4 + a_3 * \left(\frac{1}{h}\right) \quad (3.22)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * h + a_2 * \log d^4 + a_3 * \left(\frac{1}{h}\right) + a_4 * \left(\frac{1}{h^2}\right) \quad (3.23)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * h + a_2 * \log d^4 + a_3 * \left(\frac{1}{h}\right) + a_4 * \left(\frac{1}{h^2}\right) + a_5 * \left(\frac{1}{d^2}\right) \quad (3.24)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^4 + a_2 * \left(\frac{1}{h}\right) + a_3 * \left(\frac{1}{h^2}\right) + a_4 * \left(\frac{1}{d^2}\right) + a_5 * h^2 \quad (3.25)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^4 + a_2 * \log h^4 \quad (3.26)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^2 + a_2 * \log h \quad (3.27)$$

$$v = a_0 + a_1 d + a_2 * h + a_3 * h^2 + a_4 * d * h^2 + a_5 * d^2 * h \quad (3.28)$$

$$v = a_0 * d * h + a_1 * d^2 * h \quad (3.29)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h^4 \quad (3.30)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h + a_3 * \left(\frac{1}{h}\right) \quad (3.31)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h + a_3 * d^2 \quad (3.32)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h + a_3 * d^2 * h \quad (3.33)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log h + a_3 * d * h^2 \quad (3.34)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^2 + a_2 * h \quad (3.35)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^4 + a_2 * h + a_3 * \left(\frac{1}{h}\right)^2 \quad (3.36)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d^4 + a_2 * h + a_3 \left(\frac{1}{h}\right)^2 + a_4 * \left(\frac{1}{h}\right) + a_5 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.37)$$

$$\log v = a_0 + a_1 * \log d + a_2 * \log\left(\frac{h^2}{h-1.3}\right) \quad (3.38)$$

$$v = a_0 + a_1 * d + a_2 * \left(\frac{1}{d}\right) + a_3 * d^2 * h + a_4 * d^2 * h^2 \quad (3.39)$$

Çalışmada, tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi için değişik istatistiksel denklemler denenmiştir (Kalıpsız, 1984). Üssel denklemde en küçük kareler yöntemini uygulayabilmek için denklem doğrusal forma dönüştürülmüş, işlemler onun üzerine yürütülmüştür. Ağaç hacim tablolarının doğruluk dereceleri denetlenebilmektedir. Bu denetimde uygulama alanında n sayıda örnek ağacın gerçek hacmi ve tablodan bulunan hacmi karşılaştırılarak yapılmaktadır. Denetim için Belirtme katsayısı (Denklem 3.40), Ortalama hata (Denklem 3.41), Ortalama mutlak hata (Denklem 3.42), Hataların standart sapması (Denklem 3.43), Açıklanan varyans yüzdesi (Denklem 3.44), Toplam hata yüzdesi (Denklem 3.45) ve Ortalama mutlak hata yüzdesi (Denklem 3.46) kullanılmaktadır.

1. Belirtme katsayısı

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (V_i - V_{reg})^2}{\sum (V_i - V_{ort})^2} \quad (3.40)$$

2. Ortalama hata

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n} \quad (3.41)$$

3. Ortalama mutlak hata

$$|\bar{D}| = \frac{\sum |D|}{n} \quad (3.42)$$

4. Hataların standart sapması

$$Se = \sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n}}{n-1}} \quad (3.43)$$

5. Açıklanan varyans yüzdesi

$$PVE(\%) = \frac{\sum (V_i - V_{ort})^2 - \sum D^2}{\sum (V_i - V_{ort})^2} * 100 \quad (3.44)$$

6. Toplam hata yüzdesi

$$THY(\%) = \frac{\sum V_{reg} - \sum V_i}{\sum V_i} * 100 \quad (3.45)$$

7. Ortalama mutlak hata yüzdesi

$$OMH(\%) = \frac{\sum |V_{reg} - V_i|}{\sum V_i} * 100 \quad (3.46)$$

Burada; $D_i = V_i - V_{reg}$, V_i =i'nci ölçülen ağaç hacmi (dm^3), V_{reg} = Denklemden hesaplanan ağaç hacmi (m^3), V_{ort} =Ölçülen ortalama ağaç hacmi (dm^3) ve n = örnek ağaç sayısını (adet) temsil etmektedir.

Uygulanan ölçüt değerlerinden; ortalama hata yapılan tahminlerin genel ortalama farkındaki tutarlılığı, ortalama mutlak hata mutlak olarak yapılan hata miktarını, ortalama mutlak hata yüzdesi de yüzde olarak ortalama mutlak hatayı,

toplam hata tüm değerler için yapılan toplam hata miktarını, hataların standart sapması tahmininin standart sapma değerini, uyum indeksi tahmini bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonu göstermektedir.

Ağaç hacim tablosu hazırlanırken en uygun denklemin belirlenebilmesi için yapılan bir diğer işlem de yukarıdaki başarı ölçütlerini kullanarak her denkleme başarı puanı (Rank) verilmektedir. Uygun hacim denklemine karar verebilmek için, bu ölçütlerden "Belitme Katsayısı" ve "Açıklanan Varyans Yüzdesi" nin en yüksek, diğerler ölçütlerin ise en düşük puana sahip olması istenmektedir. Bu şekilde bütün hacim denklemlerine 1' den başlayarak puan verilmektedir (Çatal ve Güneş 2018).

Bir ya da birkaç ölçüt değerlerine göre başarılı olan bir denklem, diğer ölçüt değerlerine göre başarısız da olabilmektedir. Bu nedenle tüm başarı ölçütlerini kapsayacak şekilde, bir başarı sıralaması yapılmıştır. Bu amaçla Poudel ve Cao (2013) tarafından önerilen Rölatif Sıralama Yöntemi kullanılmıştır. Bu başarı sıralama yönteminde, denklemler başarı ölçütünün birbirine olan yakınlık ve uzaklık değerlerine göre rölatif olarak sıralanmaktadır. Farklı ölçüt değerlerine ilişkin rölatif sıra numaraları toplanıp, en küçük toplam rölatif sıra numarasına sahip denklem hacim tahminlerinde en başarılı denklem olarak belirlenmektedir (Denklem 3.47).

$$R_i = 1 + \frac{(m-1)(S_i - S_{enküçük})}{(S_{enbüyük} - S_{enküçük})} \quad (3.47)$$

Burada, R_i = denkleme ilişkin rölatif sıra numarası, S_i = i'nci denkleme ilişkin istatistiksel ölçüt değerlerini, $S_{enküçük}$ = denklemlere ilişkin en küçük başarı ölçüt değeri, $S_{enbüyük}$ = denklemlere ilişkin en büyük ölçüt değerini ve m = karşılaştırılan denklem sayısını ifade etmektedir.

Bu sıralama sisteminde, en iyi ve en kötü denklemlersırasıyla 1 ve m nispi değerini almaktadır. Kalan denklemlerin nispi sıralama değerleri ise 1 ile m arasında değişen gerçek sayılar olarak ifade edilmektedir. S_i 'nin sıralama

değerinin yanı sıra, bu değer rakamsal büyüklüğü de göz önünde bulundurulduğundan, bu yeni sıralama sistemi geleneksel sıralama sistemine göre daha fazla bilgi sunmaktadır. Örneğin nispi sıralaması 1, 1.2, 4.7, 4.9 ve 5 olan beş model, söz konusu sıralama sistemleriyle, sıralama değerleri arasındaki büyük fark sayesinde iki ayrı gruba ((1, 1.2) ve (4.7, 4.9, 5)) ayrılabilir. (Poudel ve Cao, 2013; Özçelik ve Kalkanlı, 2018; Çatal ve Güneş, 2018).

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analizi

Ağaçların hacimlerini en iyi şekilde tahmin edebilmek için yabancı ve yerli literatürde daha önce kullanılan ağaç hacim denklemleri ayrı ayrı denenmiştir (Husch vd., 1963; Fırat, 1973; Sharma vd., 2002). Verilere en fazla uyum gösteren denklem, ağaç hacim tablosu yapımına temel alınmış ve regresyon denkleminin katsayısı ve istatistikleri hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon denklemleri, göğüs çapı (d) cm ve boy (h) m olarak alındığında, gövde hacmini (v) yerden uç tomurcuğa kadar dm^3 olarak vermektedir. Regresyon denklemlerine ait istatistiklerin güvenilirlik testleri de yapılmıştır (Kalıpsız, 1981).

Bu çalışmada kullanılan ağaç hacim denklemlerinden 3.2.2 nolu alt bölümde sözü edilen yedi adet ölçüte göre en iyi sonucu veren hacim denklemi belirlendikten sonra, bu hacim denkleminin yöre içerisindeki kızılçam ağaçlandırması için uygun olup olmadığının denetimi, rasgele olarak seçilen ve toplam verinin yaklaşık %15' ini oluşturan verilerin (n=50) yardımıyla yapılmıştır. İki farklı şekilde elde edilen bu hacim değerleri arasında istatistiksel olarak farklı olup olmadığı Nonparametrik yöntemlerden Wilcoxon sıra istatistiği ile test edilmiştir.

Örnek alanlardan elde edilen ölçümler ve saptanan veriler SPSS For Windows Ver. 21 İstatistik Bilgisayar Paket programı ve Microsoft Office Excel 2016 paket programından yararlanılarak bilgisayar ortamında veri kütükleri halinde ayrı ayrı işlenerek değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde tek girişli ağaç hacim tablosuna ait bulgular, çift girişli ağaç hacim tablosuna ait bulgular, tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının uygunluğunun kontrolü yapılmıştır.

4.1. Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosuna İlişkin Bulgular

Tek girişli ağaç hacim tablosunu düzenleyebilmek amacıyla materyal ve yöntem bölümünde verilen altı farklı ağaç hacim denklemi (Denklem 3.4 - 3.9) denenmiştir. En uygun regresyon denkleminin seçiminde kullanılan yedi farklı ölçüt değerleri (belirtme katsayısı, ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, açıklanan varyans yüzdesi, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi) hesaplanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelgede bütün regresyon denklemleri başarı ölçütleri ile ilişkili olarak büyüklük sırasına göre puanlandırılmış ve sonuçta her bir ölçüt itibariyle alınan puanlar toplanmıştır. Bu şekilde toplam başarı puanı (Rank) isminde sekizinci bir başarı ölçütü de elde edilmiştir. Başarı puanlaması yapılırken denklemlerin tamamı her bir ölçüte göre ayrı ayrı değerlendirilerek; ortalama hata, toplam hata yüzdesi, hataların standart sapması, ortalama mutlak hata ve ortalama mutlak hata yüzdesi ölçütlerine göre en küçük değere, belirtme katsayısı ve açıklanan varyans yüzdesi ölçütünde ise en büyük değere 1 puan verilmiştir. Yöntem bölümünde de anlatıldığı üzere her bir kriter için rölatif sıra numarasıda verilmiştir. Sonuçta bütün regresyon denklemlerinin her bir ölçütten elde ettikleri puanlar toplanmış ve toplam başarı puanları belirlenmiştir. Sonunda en düşük toplam başarı puanına (Rank'a) sahip denklem en uygun tek girişli ağaç hacim denklemi olarak seçilmiştir. Çizelge 4.1' den görüleceği gibi, 12 puanlık Rank' a sahip olan Denklem 3.9 en uygun tek girişli ağaç hacim modeli olmuştur. Denklemlerin regresyon katsayıları ise Çizelge 4.2'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri

Denklem No	R ²	\bar{D}	$ \bar{D} $	Se	PVE (%)	THY (%)	OMH (%)	Rank
3.4	0.981 (6.0)	0.00032 (1.0)	35.79568 (6.0)	46.64371 (4.6)	96.24315 (1.6)	0.00006 (1.0)	7.20474 (6.0)	26.2
3.5	0.984 (1.0)	-1.63126 (5.9)	35.70458 (4.0)	47.50074 (6.0)	96.10382 (6.0)	-0.32833 (5.9)	7.18640 (4.0)	32.8
3.6	0.984 (1.0)	-1.62953 (5.9)	35.70486 (4.0)	47.50075 (6.0)	96.10382 (6.0)	-0.32798 (5.9)	7.18646 (4.0)	32.8
3.7	0.984 (1.0)	-1.63299 (5.9)	35.70430 (4.0)	47.50074 (6.0)	96.10383 (6.0)	-0.32868 (5.9)	7.18635 (4.0)	32.8
3.8	0.984 (1.0)	-1.67614 (6.0)	35.68085 (3.4)	47.42841 (5.6)	96.11568 (5.6)	-0.33736 (6.0)	7.18163 (3.4)	31
3.9	0.981 (6.0)	0.00003 (1.0)	35.57229 (1.0)	46.53540 (1.0)	96.26058 (1.0)	0.00001 (1.0)	7.15978 (1.0)	12

Çizelge 4.2. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin regresyon katsayıları

Denklem No	Regresyon Katsayıları			
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃
3.4	236.926799	-29.463496	1.202973	-
3.5	-1.675384	2.917173	-	-
3.6	-1.675384	1.458587	-	-
3.7	-1.675384	0.729293	-	-
3.8	-1.610719	2.883172	-0.426500	-
3.9	-866.486174	0.806266	7.243138	10756.416255

Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırmalarında kullanılacak yöresel bir tek girişli ağaç hacim tablosunun oluşturulabilmesi için yukarıda bahsedilen işlemler süreci sonunda, en uygun olarak seçilen Denklem 3.9 kullanılarak, 20-47 cm göğüs çapında tek ağaç hacim tahminleri Çizelge 4.3' te verilmiştir.

$$v = -866.486174 + 0.806266 * d^2 + 7.243138 * d + 10756416255 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.9)$$

$$R^2=0.981125 \quad F_{\text{hesap}}=2840^{***} \quad Se=46.5354 \quad n=335$$

Burada, d=göğüs çapı(cm) ve v=gövde hacmini(dm³) ifade etmektedir.

Çizelge 4.3. Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için tek girişli ağaç hacim tablosu

Göğüs çapı (cm)	Gövde hacmi (dm ³)	Göğüs çapı (cm)	Gövde hacmi (dm ³)
20	139	34	628
21	153	35	682
22	172	36	738
23	194	37	796
24	220	38	856
25	249	39	918
26	281	40	982
27	315	41	1048
28	353	42	1116
29	393	43	1186
30	435	44	1258
31	480	45	1331
32	527	46	1407
33	577	47	1484

4.2. Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarına İlişkin Bulgular

En uygun çift girişli ağaç hacim denkleminin seçiminde, tek girişli denklemlerde de geçerli olduğu gibi belirtme katsayısı, ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, açıklanan varyans yüzdesi, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi ölçütleri dikkate alınarak başarı sıralaması (rank) yapılmıştır. Bu şekilde en uygun çift girişli ağaç hacim denklemi belirlenmiştir. Çift girişli ağaç hacim tablosunu düzenleyebilmek amacıyla 30 adet değişik denklem (Denklem 3.10 - 3.39) denenmiştir. En uygun regresyon denkleminin seçiminde kullanılan yedi farklı ölçüt değerleri hesaplanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4' te verilmiştir. Bu Çizelgede bütün regresyon denklemleri başarı ölçütleri ile ilişkili olarak, rölatif sıra numarasına göre puanlandırılmış ve sonuçta

her bir ölçüt itibariyle alınan puanlar toplanmıştır. Bu şekilde toplam başarı puanı (Rank) isminde sekizinci bir başarı ölçütü de elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri

Denklem No	R ²	\bar{D}	$ \bar{D} $	Se	PVE (%)	THY (%)	OMH (%)	Toplam Rank
3.10	0.997 (2.3)	1.71495 (12.5)	30.06161 (29.1)	39.98740 (30.0)	97.23889 (30.0)	0.34517 (12.5)	6.05062 (29.1)	145.5
3.11	0.986 (16.1)	-0.00743 (1.0)	29.45633 (26.3)	39.78081 (29.2)	97.26734 (29.6)	-0.00150 (1.0)	5.92879 (26.3)	129.5
3.12	0.993 (7.3)	-0.84140 (6.6)	24.67900 (4.3)	33.10419 (4.3)	98.10764 (17.2)	-0.16935 (6.6)	4.96724 (4.3)	76.1
3.13	0.997 (2.3)	4.33507 (30.0)	30.25125 (30.0)	39.33426 (27.6)	97.32835 (28.7)	0.87254 (30.0)	6.08879 (30.0)	178.6
3.14	0.998 (1.0)	0.40216 (3.7)	25.34932 (7.4)	33.60637 (6.2)	98.04979 (18.1)	0.08095 (3.7)	5.10216 (7.4)	47.5
3.15	0.990 (11.1)	0.00736 (1.0)	24.45539 (3.2)	32.54446 (2.1)	98.17109 (16.2)	0.00148 (1.0)	4.92223 (3.2)	37.8
3.16	0.990 (11.1)	0.00451 (1.0)	24.44100 (3.2)	32.50411 (2.1)	98.17562 (16.2)	0.00091 (1.0)	4.91934 (3.2)	37.8
3.17	0.975 (30.0)	1.32210 (9.8)	29.49881 (26.5)	39.79693 (29.3)	97.26513 (29.6)	-0.26610 (9.8)	5.93734 (26.6)	161.6
3.18	0.993 (7.3)	-0.84167 (6.6)	24.67900 (4.3)	33.10419 (4.3)	98.10764 (17.5)	-0.16941 (6.6)	4.96724 (4.3)	50.9
3.19	0.990 (11.1)	0.10922 (1.7)	25.79352 (9.4)	33.62656 (6.2)	98.04745 (17.2)	0.02198 (1.7)	5.19156 (9.4)	56.7
3.20	0.993 (7.3)	-0.74521 (6.0)	24.63798 (4.1)	33.16634 (4.5)	98.10053 (18.1)	-0.14999 (6.0)	4.95898 (4.1)	50.1
3.21	0.993 (7.3)	-0.29317 (2.9)	24.99699 (5.8)	34.33644 (8.9)	97.96414 (19.3)	-0.05901 (2.9)	5.03124 (5.8)	52.9
3.22	0.993 (7.3)	-0.67223 (5.5)	24.72280 (4.5)	33.38632 (5.4)	98.07525 (17.7)	-0.13530 (5.5)	4.97606 (4.5)	50.4
3.23	0.993 (7.3)	-0.77567 (6.2)	24.61268 (4.0)	32.99698 (3.9)	98.11988 (17.0)	-0.15612 (6.2)	4.95389 (4.0)	48.6
3.24	0.993 (7.3)	-0.33413 (3.2)	24.59281 (3.9)	33.00081 (3.9)	98.1944 (15.9)	-0.06725 (3.2)	4.94989 (3.9)	41.3
3.25	0.993 (7.3)	-0.66559 (5.4)	24.58235 (3.8)	32.99436 (3.9)	98.12018 (17.0)	-0.13397 (5.4)	4.94779 (3.8)	46.6
3.26	0.993 (7.3)	-0.84459 (5.4)	24.67898 (3.8)	33.10423 (3.9)	98.10764 (17.2)	-0.16999 (6.6)	4.96724 (4.3)	48.5
3.27	0.993 (7.3)	-0.84313 (6.6)	24.67899 (4.3)	33.10421 (4.3)	98.10764 (17.2)	-0.16970 (6.6)	4.96724 (4.3)	50.6
3.28	0.990 (11.1)	0.00328 (1.0)	23.96671 (1.0)	32.22073 (1.0)	99.20730 (1.0)	0.00066 (1.0)	4.82388 (1.0)	17.1
3.29	0.988 (13.6)	-2.01865 (14.5)	28.55161 (22.2)	38.86911 (25.8)	97.39116 (27.8)	-0.40630 (14.5)	5.74670 (22.2)	140.6
3.30	0.993 (7.3)	-0.84286 (6.6)	24.67899 (4.3)	33.10421 (4.3)	98.10764 (17.2)	-0.16965 (6.6)	4.96724 (4.3)	50.6

Çizelge 4.4. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri (Devamı)

Denklem No	R ²	\bar{D}	$ \bar{D} $	Se	PVE (%)	THY (%)	OMH (%)	Toplam Rank
3.31	0.993 (7.3)	-0.68090 (5.5)	24.69641 (4.4)	33.30520 (5.2)	98.08459 (17.5)	-0.13705 (5.5)	4.97074 (4.4)	49.8
3.32	0.993 (7.3)	-3.35729 (23.5)	24.80392 (4.9)	33.29672 (5.0)	98.08556 (17.3)	-0.67574 (23.5)	4.99238 (4.9)	86.4
3.33	0.993 (7.3)	-0.89739 (7.0)	24.68325 (4.3)	33.04967 (4.1)	98.11387 (17.5)	-0.18062 (7)	4.96810 (4.3)	102.0
3.34	0.993 (7.3)	-0.85182 (6.7)	24.67656 (4.3)	33.08911 (4.2)	98.10936 (17.2)	-0.17145 (6.7)	4.96675 (4.3)	50.5
3.35	0.993 (7.3)	-0.29317 (2.9)	24.99699 (5.8)	34.33644 (8.9)	97.96414 (19.3)	-0.05901 (2.9)	5.03124 (5.8)	52.9
3.36	0.993 (7.3)	-0.64058 (5.3)	24.73950 (4.6)	33.49348 (5.8)	98.06287 (17.9)	-0.12893 (5.3)	4.97942 (4.6)	50.8
3.37	0.993 (7.3)	-0.75043 (6.0)	24.58758 (3.9)	33.00133 (3.9)	98.11938 (17.0)	-0.15104 (6.0)	4.94884 (3.9)	48.0
3.38	0.993 (7.3)	-0.78239 (6.2)	24.68333 (4.3)	33.16535 (4.5)	98.10064 (17.3)	-0.15747 (6.2)	4.96811 (4.3)	50.1
3.39	0.990 (11.1)	0.05038 (1.3)	24.85476 (5.1)	32.93851 (3.7)	98.12653 (16.9)	0.01014 (1.3)	5.00262 (5.1)	44.5

Çizelge 4.4.' den görüldüğü gibi, 17.1 puanlık Rank' a sahip olan Denklem 3.28, en uygun çift girişli ağaç hacim denklemi olarak belirlenmiştir. Bu denkleme ilişkin, Belirtme katsayısı R²=0.990, F değeri 18242 olarak hesaplanmış ve elde edilen hacim denkleminin p<0.001 önem düzeyinde verilere uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca denenen 30 adet regresyon denklemlerine ilişkin regresyon katsayıları sırasıyla Çizelge 4.5 'te verilmiştir.

$$v = 353.72369 + 1.290308 * d - 67.121522 * h + 3.805425 * h^2 - 0.100333 * d * h^2 + 0.061181 * d^2 * h \quad (3.28)$$

$$R^2=0.990 \quad F_{hesap}=18242^{***} \quad Se=32.22073 \quad n=335$$

Burada, v=ağaç hacmi (dm³), d=göğüs çapı (cm), h=ağaç boyu (m) ifade etmektedir

Çizelge 4.5. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin regresyon katsayıları

Denklem No	Regresyon katsayıları					
	a0	a1	a2	a3	a4	a5
3.10	0.027277	-	-	-	-	-
3.11	-9.563346	0.027706	-	-	-	-
3.12	-1.707840	2.387433	0.652725	-	-	-
3.13	0.048620	0.024848	-	-	-	-
3.14	-0.004852	-0.017117	-0.004852	-	-	-
3.15	195.440567	-26.491714	0.0827041	0.369570	0.010867	-
3.16	314.669923	-34.865242	0.969746	0.439955	0.003484	-
3.17	-1.652939	1.019975	-	-	-	-
3.18	-1.707840	1.193716	0.326363	-	-	-
3.19	-71.760648	0.464483	-0.116399	0.000524	-	-
3.20	-1.845235	2.459358	0.653107	0.906073	-	-
3.21	-1.206766	1.204830	0.015613	-	-	-
3.22	-0.988463	0.010381	0.597956	-1.705089	-	-
3.23	-0.081893	-0.007022	0.595482	-16.466348	78.766504	-
3.24	-0.094382	-0.007816	0.602535	-16.950286	80.766165	5.122038
3.25	-0.286656	0.602461	-14.886552	72.693270	5.028951	-0.000116
3.26	-1.707840	0.596858	0.163181	-	-	-
3.27	-1.707840	1.193716	0.652725	-	-	-
3.28	353.723690	1.290308	-67.121522	3.805425	-0.100333	0.0161181
3.29	-0.109485	0.030473	-	-	-	-
3.30	-1.707840	2.387433	0.163181	-	-	-

Çizelge 4.5. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine regresyon katsayıları (Devam)

Denklem No	Regresyon katsayıları					
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
3.31	-2.004069	2.389884	0.827090	1.306296	-	-
3.32	-1.692075	2.374573	0.652989	0.000003	-	-
3.33	-1.727069	2.397966	0.657632	-0.0000001	-	-
3.34	-1.712149	2.388621	0.655246	-0.00000005	-	-
3.35	-1.206766	1.204830	0.015613	-	-	-
3.36	-1.100693	0.598518	0.012604	-8.496753	-	-
3.37	-0.137165	0.606652	-0.007692	80.533316	-16.884538	0.569890
3.38	-1.805686	2.387970	0.711264	-	-	-
3.39	-1170.3738	27.737690	12908.737057	0.024863	-0.000202	-

4.3. Düzenlenen Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosu Ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Uygunluğunun Kontrolü

Ağlasun-Burdur yöresi kızılçam ağaçlandırmalarında güvenle kullanılacak tek girişli ve çift girişli ağaç hacim denklemleri olarak sırasıyla, Denklem 3.9 ve Denklem 3.28 olmuştur.

$$v = -866.486174 + 0.806266 * d^2 + 7.243138 * d + 10756.416255 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.9)$$

$$v = 353.72369 + 1.290308 * d - 67.121522 * h + 3.805425 * h^2 - 0.100333 * d * h^2 + 0.061181 * d^2 * h \quad (3.28)$$

Regresyon denklemlerinin katsayı ve istatistikleri 335 ağaca bağlı olarak denetlenmiştir. Hacim denklemlerinin büyük bir kısmında belirtme katsayıları

oldukça yüksek bulunmuştur. Hacim denkleminin verilere uygunluğunun derecesini gösteren F test değerleri de %0.1' lik değerden çok büyük olduğundan denklemin verilere diğer denklemlerden daha iyi uyduğu kabul edilmiştir. Hacim denklemlerine temel olan göğüs çapı ve boyların oluşturduğu noktalar arasından, daha önce belirtildiği gibi, uygun bir çap boy eğrisi (parabol) denklemi geçirilmiştir. Bu eğriden çaplara karşı alınan ortalama boylar, iki yöne ($2*Se$) (Se = denklemin standart hatası) kadar genişletilerek, yani %95' lik güven şeridi içerisinde kalacak ağaç hacim tablosu değerleri hacim denkleminden elde edilmiştir.

Bu alt bölümde de test materyali olarak çalışma başlangıcında ayrılan toplam 50 adet örnek ağaçtan sağlanan verilerin (Çizelge 4.6 ve 4.7) değerlendirilmesiyle elde edilen bulgular ile benzer konulardaki çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Çizelge 4.6. Test materyali örnek ağaçların dendrometrik özelliklerine ait bazı istatistikler

Değişkenler	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı (%)
Göğüs çapı (cm)	19.5	43,25	29.58	5.53	18.70
Boy (m)	12.50	23.25	17.74	3.31	18.66
Hacim (dm ³)	122.26	1196.07	459.49	261.37	56.88

Kullanılan veriler 4cm' lik çap ve 2m' lik boy basamaklarına dağılımı Çizelge 4.7' de verilmiştir.

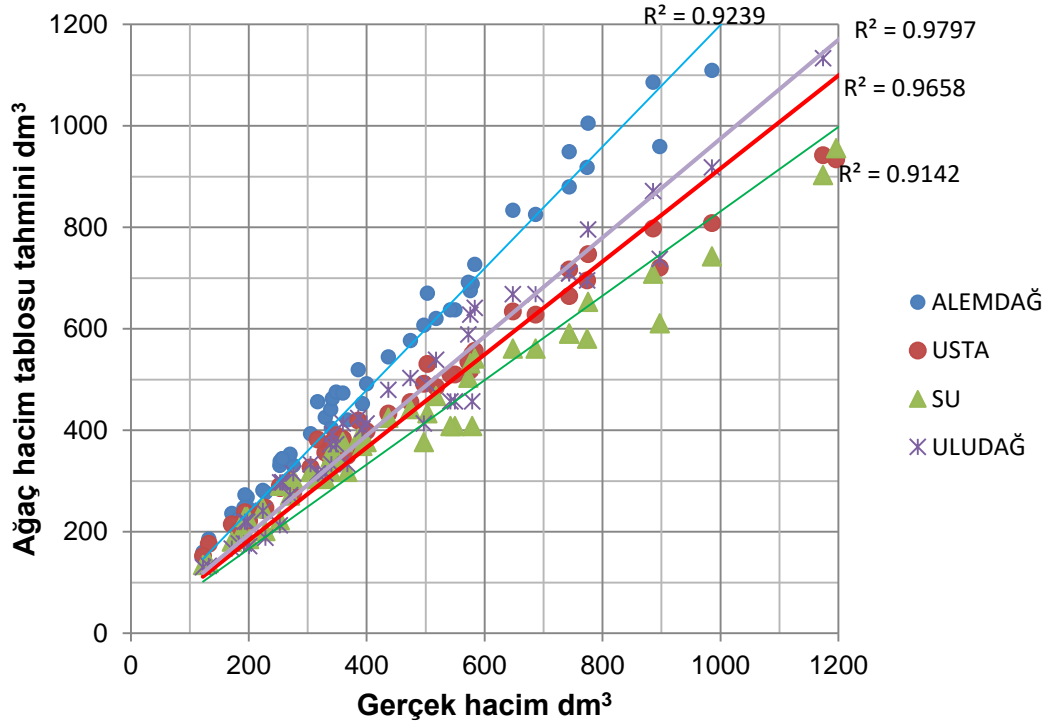
Çizelge 4.7. Test materyali örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına göre dağılımı

Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)								
	11	13	15	17	19	21	23	25	Toplam
18	-	2	-	-	-	-	-	-	2
22	-	1	3	2	-	-	-	-	6
26	-	4	6	2	1	-	-	-	13
30	-	-	1	8	-	4	1	-	14
34	-	-	-	2	2	3	2	-	9
38	-	-	-	-	-	-	4	-	4
42	-	-	-	-	-	1	1	-	2
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	-	7	10	14	3	8	8	-	50

Bu bölümde bulgular tek girişli ağaç hacim tablosu ve çift girişli ağaç hacim tablosu olmak üzere iki alt bölümde verilmiştir.

Alemdağ (1962), Akdeniz ve Ege Bölgesinde doğal yoldan gelmiş kızılçam meşcereleri için geçerli kızılçam ağaç hacim tablosunu seksiyon yöntemiyle hacimlendirilmiş bulunan 361 adet örnek ağaç ölçülerinden faydalanılarak regresyon analizi yöntemiyle ağaç hacim tablosu ve aynı şekilde Usta (1991) tarafından Akdeniz Bölgesi kızılçam ağaçlandırmaları için 289 adet ağacın verileriyle hazırlanmış ağaç hacim tablosu değerleri ile tarafımızdan türetilmiş 335 ağaca ait verilerle oluşturulan tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosu tahmin değerleri değişimi incelenmiştir.

Test materyali olarak ayrılan toplam 50 adet örnek ağacın göğüs çapı ve boy değerlerine karşılık gelen hacim değerleri gerçek değer kabul edilmiştir. Bu çalışmada hazırlanan iki ağaç hacim tablosu mevcut ağaç hacim tablolarının aynı çap ve boylara göre verdikleri ağaç hacim tahmin değerleri grafiksel (Şekil 4.1 ve 4.2) ve sayısal (Çizelge 4.8 ve 4.9) olarak karşılaştırılmıştır.

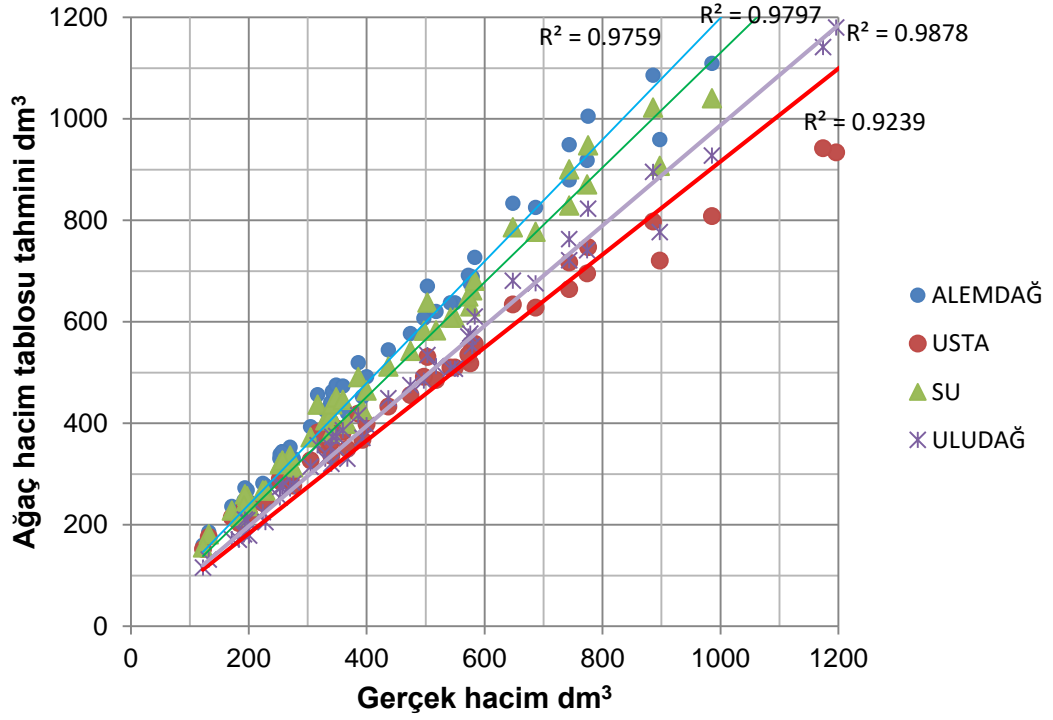


Şekil 4.1. Test materyali gerçek ağaç hacimleri (n=50) ve onların göğüs çapı ve boy değerlerine göre Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli ağaç hacim tablosu tahmin değerleri

Şekil 4.1’ de görüldüğü üzere yapılan 45°’ lik köşegen testine göre verilere en iyi uyum sıralaması çalışmada elde edilen tek girişli denklem (Denklem 3.9) ile Alemdağ (1962), Usta (1991) ve Su (2014) belirtme katsayılarının yüksekliği ölçüsünde sıralanmıştır. Özellikle Alemdağ (1962) ve Su (2014) ağaç hacim tablosu tahminlerinde farklılıklar göstermektedir.

1) Mevcut ağaç hacim tabloları belirgin olarak farklı değerler vermektedir. Bunun muhtemel sebebi örnek ağaçların alındığı meşcerelerin bonitet sınıfı farklılığıdır.

2) Çalışma sonucu elde edilen ağaç hacim tablosunun üst boy değerlerinde gerçek hacimlere göre daha farklı değerler verdiği görülmüştür. Bu nedenle galip ve ortak galip bireylerin hacimlerinin belirlenmesinde çalışmada elde edilen çift girişli ağaç hacim tablosunun kullanılmasının daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.



Şekil 4.2. Test materyali gerçek ağaç hacimleri (n=50) ve onların göğüs çapı ve boy değerlerine göre Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen çift girişli ağaç hacim tablosu tahmin değerleri

Şekil 4.2' te görüleceği üzere yapılan 45°' lik köşegen testine göre verilere en iyi uyum sırasıyla tarafımızdan hazırlanan çift girişli, Su (2014), Alemdağ (1962) ve Usta (1991)'dir.

Özellikle Alemdağ (1962) ve Usta (1991) ağaç hacim tabloları belirgin olarak farklı değerler vermektedir. Bunun muhtemel sebebi örnek ağaçların alındığı meşcerelerin bonitet sınıfı farklılığıdır.

Çizelge 4.8. Test materyali örnek ağaç hacimleri, Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli (Uludağ₁) ve çift girişli (Uludağ₂) ağaç hacim tablosu tahmin değerleri

Gerçek v (dm ³)	Alemdağ (dm ³)	Usta (dm ³)	Su Tek girişli (dm ³)	Su Çift girişli (dm ³)	Uludağ ₁ (dm ³)	Uludağ ₂ (dm ³)
131.94	186.10	176.13	139.14	181.24	132.95	131.69
329.62	425.64	356.32	304.29	405.82	315.23	330.23
579.09	688.57	550.70	408.70	662.22	457.13	552.54
316.75	456.22	381.97	304.29	437.16	315.23	356.48
197.14	268.44	234.87	229.03	256.23	219.94	208.98

Çizelge 4.8. Test materyali örnek ağaç hacimleri, Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli (Uludağ₁) ve çift girişli (Uludağ₂) ağaç hacim tablosu tahmin değerleri (Devamı)

Gerçek v (dm ³)	Alemdağ (dm ³)	Usta (dm ³)	Su Tek girişli (dm ³)	Su Çift girişli (dm ³)	Uludağ ₁ (dm ³)	Uludağ ₂ (dm ³)
474.36	577.19	455.85	441.96	542.63	503.16	475.62
367.32	420.59	349.63	318.09	399.20	333.58	329.97
575.93	675.26	518.13	532.00	630.82	628.19	577.03
275.55	331.22	277.17	304.29	313.04	315.23	281.09
227.99	277.57	247.87	201.37	267.57	188.40	205.62
252.39	330.98	290.84	223.33	319.56	213.22	253.69
549.39	637.70	509.95	408.70	608.61	457.13	507.38
200.61	245.37	221.89	185.79	236.61	172.02	179.03
897.31	959.14	720.51	611.31	907.52	737.98	777.14
253.21	339.31	285.98	290.86	321.42	297.56	274.45
1196.07	1333.20	934.35	955.98	1236.50	1203.65	1180.11
339.21	441.01	361.68	346.79	416.78	372.25	353.82
341.43	463.07	377.30	361.70	437.26	392.55	373.07
257.11	344.42	290.29	290.86	326.37	297.56	276.51
193.52	272.63	238.54	229.03	260.31	219.94	210.53
572.32	692.02	535.55	503.94	650.43	589.23	571.34
385.83	519.50	419.25	384.77	491.12	424.15	416.38
340.12	404.40	336.15	318.09	383.11	333.58	320.31
985.63	1109.59	808.67	742.84	1040.68	918.13	927.84
224.14	281.49	243.43	246.66	267.94	241.27	225.00
583.48	727.18	556.48	541.55	681.26	641.45	610.19
392.9	452.89	367.78	369.30	426.61	402.93	371.60
743.37	949.22	716.86	590.86	900.92	709.74	763.29
686.27	825.34	628.25	560.97	777.85	668.37	676.08
399.7	492.05	398.34	376.99	464.53	413.46	396.56
304.74	393.54	327.11	318.09	372.42	333.58	314.52
885.93	1086.37	797.60	708.52	1022.41	871.39	895.73
1174.21	1332.69	942.36	902.93	1243.54	1133.36	1141.36
191.67	247.59	222.94	190.90	238.38	177.26	181.37
517.83	620.56	485.79	467.93	583.06	539.20	512.88
270.29	353.29	301.06	271.38	336.59	272.35	271.81
541.96	637.70	509.95	408.70	608.61	457.13	507.38
348.3	475.65	390.14	346.79	451.34	372.25	375.21
122.26	159.90	152.05	134.92	155.40	130.49	115.75
170.96	236.30	214.60	180.76	227.97	167.01	171.79
183.03	226.17	203.62	190.90	217.22	177.26	170.56
497.1	607.42	491.91	376.99	582.62	413.46	484.27
773.62	918.54	695.51	580.80	870.75	695.82	740.74
257.11	344.42	290.29	290.86	326.37	297.56	276.51
359.39	473.39	383.22	376.99	446.10	413.46	386.20
775.37	1005.27	747.37	653.46	948.00	796.00	822.89
647.84	833.72	634.64	560.97	786.42	668.37	681.10
743.37	879.85	664.38	590.86	829.10	709.74	721.65
436.54	544.84	432.89	425.14	512.23	479.85	449.27
503.08	670.33	531.15	433.50	638.34	491.44	534.66

Ağaç hacim denklemlerinin Ortalama hata, Ortalama mutlak hata yüzdesi ve toplam hata yüzdesi Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Test materyali örnek ağaç hacimleri gerçek hacim kabul edildiğinde Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosunun test edilmesi

Ağaç hacim tablosu	\bar{D}	OMH (%)	THY(%)	Toplam Rank
Alemdağ	104.11(6)	22.636(6)	22.636(6)	18.0
Usta	-15.300(1.6)	-3.330(1.5)	10.141(3.2)	6.3
Su Tek girişli	-56.789(3.7)	-12.359(3.6)	15.156(4.3)	11.6
Su Çift girişli	73.478(4.5)	15.991(4.5)	15.991(4.5)	13.5
(Uludağ ₁)	-5.251(1.2)	-1.141(1)	7.801(2.7)	4.9
(Uludağ ₂)	-2.101(1)	4.490(1.8)	-0.457(1)	3.8

Oluşturulan tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablolarının kullanılabilirliği ortaya konulması için, Denklem 3.45 kullanılarak toplam hata yüzdesi sırasıyla % 7.801 ve - %0.457 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ağaç hacim tablolarının toplu olarak % 7.801 ve -%0.457 kadar farklı sonuç verdiğini göstermektedir.

Denklem 3.28 ile yapılan hesaplar sonucu ortalama hata tek girişli hacim tablosunda - %5.251 iken çift girişli ağaç hacim tablosunda -%2.101 olarak bulunmuştur. Bu hesap değeri, doğruluk derecesi yüksek ağaç hacim tablolarında istenen % 10'dan fazla değildir (Spurr, 1952). Özellikle çift girişli ağaç hacim tablosu yaklaşık 5 kat dah düşüktür. Böylece ağaç hacmi üzerinde çap ve boyun dışında belirlenemeyen diğer faktörler, örneğin genetik özellikler, sıklık, rastgele etmenler vb. olabileceği sonuçlarına varılmıştır.

Çalışmada kızılçam tek girişli ağaç hacim tablosu 3.9 nolu ağaç hacim denklemine göre düzenlenmiştir. Bilindiği gibi tek girişli ağaç hacim denklemleri, sadece göğüs çapının ölçülmesini gerektirdiği için kullanımları oldukça kolay olan ve bu özelliklerinden dolayı ülkemiz ormancılık pratiğinde en çok kullanılan ağaç hacim denklemleri olarak kabul görmüştür. Düzenlenen tek girişli ağaç hacim denkleminin ortalama mutlak hata yüzdesi -%1,41'dir. Ağaç hacim denklemlerinin ortalama mutlak hata yüzdeslerinin genellikle %10'u aşmaması

istendiğinde düşünülduğünde, düzenlenen tek girişli ağaç hacim denkleminin başarılı sonuçlar verdiği akla gelebilmektedir. Ancak ağaç hacmindeki değişimi sadece göğüs çapı ile açıklamaya çalışması da düşünülürse toplam hata yüzdesinin de % 7.801 olması, ormancılık uygulamaları için de oldukça önemlidir.

Kızılçam çift girişli ağaç hacim tablosu 3.28 nolu ağaç hacim denklemine göre düzenlenmiş olup, ortalama mutlak hata yüzdesi % 4,49 bulunmuşken toplam hata yüzdesi -%0,457 bulunmuştur. Özellikle ortalama mutlak hata yüzdesi ülkemizde bu zamana kadar iğne yapraklı ağaç türlerimiz için geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemlerinin birçoğundan oldukça düşüktür. Örnek verilecek olursa; ortalama mutlak hata yüzdesi kızılçam için % 9,29 (Alemdağ, 1962), dikim yoluyla oluşturulan kızılçam meşcereleri için % 8,414 (Usta, 1991) ve Su (2014) için % 6,223'tür.

Bu sonuçlardan, seçilen regresyon denkleminin verilere uygun olduğu, söz konusu denklem yardımıyla oluşturulacak kızılçam tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Yapılan test sonucunda geliştirilen çift girişli ağaç denklemi yöredeki kızılçam ağaçlandırmalarında kullanılabileceklerdir.

Nonparametrik istatistik testlerden Wilcoxon sıra istatistiği testi ile tek girişli hacim denklemi için $z=-0,121$ olarak hesaplanmış olup, bu istatistiğe ilişkin önem düzeyi $p=0,904$, çift girişli hacim denklemi için $z=-0,034$ ve önem düzeyi $p=0,973$ ' dir. Böylece bu çalışmada düzenlenen en uygun tek ve çift girişli hacim denklemlerinin, örnek ağaçların alındığı Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırma sahası için istatistiksel olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Söz konusu modeller için regresyon katsayıları yardımı ile hacimler hesaplanarak, kızılçam için yöresel tek ve çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiş, tek girişli ağaç hacim tablosu Çizelge4.3' te ve çift girişli ağaç hacim tablosu ise Çizelge A 'da verilmiştir.

4.4. Ağaç Hacim Tablolarının Kullanımı

Ağaç hacim tabloları, arazide işlerimizi hafifletmek ve işletme sahamızın güncel ağaç serveti miktarını tahmin etmek için kolaylıklar sağlamaktadır.

Tek girişli ağaç hacim tablolarını kullanabilmek için gövde hacmini tahmin etmek istediğimiz ağacın göğüs yüksekliğindeki çapını (cm) bilmemiz gerekmektedir. Bunun için ağacın göğüs yüksekliğinden çap ölçer yardımıyla birbirine dik iki çap değeri okunup, ortalaması alınarak bu değere karşılık gelen ağaç hacim değeri denklem 3.9 ile hesaplanır. Ya da göğüs çapı ölçü değerine karşılık gelen değer tek girişli ağaç hacim tablosunda okunan çap değeri ara değer olduğunda ise enterpole edilerek ağaç hacim değeri (dm^3) bulunur.

Çift girişli ağaç hacim tablolarını kullanabilmek için seçilen ağacın göğüs yüksekliğindeki çapını (cm) ve boy (m) değerini bilmemiz gerekmektedir. Bunun için ağacın göğüs yüksekliğinden çap ölçer yardımıyla ölçülen çapı not edilir. Daha sonra boy ölçer ile ölçülen boy değeri not edilir. Bu değerler çift girişli ağaç hacim tablosunda bulunarak karşılaştırılır. Okunan değer ağacın hacmini (dm^3) verir. Eğer okunan çap ve boy değerlerine karşılık gelen değerler tabloda yok ise bir alt veya bir üst değerler okunarak enterpole edilir. Ya da göğüs çapı ve boy değeri denklem 3.28'de yerine konularak ağaç hacmi (dm^3) edilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan ağaçlandırma yoluyla getirilmiş geniş bir kızılçam meşceresinde, tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tablosunun hazırlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, tek girişli ağaç hacim denklemini geliştirebilmek için 6 farklı regresyon denklemi, çift girişli ağaç hacim denklemini geliştirebilmek için ise 30 farklı regresyon denklemi denenmiştir. Gerek tek girişli gerekse çift girişli ağaç hacim denklemleri arasından en uygun karar verebilmek için ise Belirtme katsayısı, Ortalama hata, Ortalama mutlak hata, Hataların standart sapması, Açıklanan varyans yüzdesi, Toplam hata yüzdesi ve Ortalama mutlak hata yüzdesi ölçütleri temel alınarak, başarı puanlaması yapılmış ve en düşük başarı puanına sahip olan model seçilmiştir. Buna göre kızılçam tek girişli ağaç hacim tablosu Denklem 3.9'a göre düzenlenmiştir.

$$v = -866.486174 + 0.806266 * d^2 + 7.243138 * d + 10756416255 * \left(\frac{1}{d}\right) \quad (3.9)$$

Bu denklemin Belirtme katsayısı 0,972, Ortalama hata 0.00040, Ortalama mutlak hata 8.85220, Hataların standart sapması 15,56235, Açıklanan varyans yüzdesi 95,86366, Toplam hata yüzdesi 0,00065 ve Ortalama mutlak hata yüzdesi 14,53735 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde kızılçam çift girişli ağaç hacim tablosu da Denklem 3.28 ile düzenlenmiştir.

$$v = 353.72369 + 1.290308 * d - 67.121522 * h + 3.805425 * h^2 - 0.100333 * d * h^2 + 0.061181 * d^2 * h \quad (3.28)$$

Kızılçam çift girişli ağaç hacim denkleminin belirtme katsayısı 0,990, Ortalama hata 0.00328, Ortalama mutlak hata 23,9667, hataların standart sapması 32,22073, Açıklanan varyans yüzdesi 99,20730, Toplam hata yüzdesi 0.00066 ve Ortalama mutlak hata yüzdesi 4,82388 olarak bulunmuştur.

Her iki ağaç hacim denklemi için de örnekler arasından rasgele seçilen 50 adet örnek ağaçtan oluşan veri grubu kullanılarak 45°lik köşegen testi denetimi yapılmış ve yöredeki kızılçam ağaçlandırmaları için uygun oldukları sonucuna varılmıştır. Bunun yanında her iki ağaç hacim denkleminin bütün katsayılarının $p=0,05$ önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Çalışma materyalini oluşturan örnek ağaçlar yaklaşık olarak 20-47 cm çap ve 10-28 m boy aralıklarında olduklarından özellikle bu aralıklardaki çap ve boylara sahip ağaçların gövde hacimleri ilgili denklemler ile güvenli bir şekilde tahmin edilebilir. En başarılı bulunarak önerilen tek girişli ağaç hacim denkleminin kullanılabilmesi için yalnızca göğüs çapının, önerilen çift girişli ağaç hacim denkleminin kullanılabilmesi için göğüs çapı ve ağaç boyunun ölçülmesi yeterli olacaktır. Ölçülen bu değerler ilgili denklemlerde yerine konularak ağaçların kesilmesine gerek duyulmadan gövde hacimleri kolaylıkla tahmin edilebilecektir.

Meşcerelere ilişkin projeksiyonların ortaya konulabilmesi için temel araçlardan biri olan ağaç hacim denklemlerinin Türkiye’de yayılış gösteren asli orman ağacı türlerinin farklı ekolojik koşullardaki meşcereleri için geliştirilmesi ve karşılaştırılması ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi ülke ormancılığına önemli katkılar sunacaktır.

Bu çalışmada; kızılçam ağaçlandırmalarında tek ağaç ve meşcere hacimlerinin bulunmasında kullanılacak tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları oluşturulmuştur. Söz konusu bu ağaç hacim tabloları; önceden hazırlanan ağaç hacim tabloları ile karşılaştırılarak bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre, uygulamacılara yararlı olabilecek önerilerde bulunulmuştur.

1) Usta (1991) tarafından hazırlanan kızılçam ağaçlandırmaları için çift girişli ağaç hacim tablosu çok çeşitli gelişme sınıflarından (farklı büyüme sınıflarından) yararlanılarak oluşturulmuştur. Hazırlanan ağaç hacim tablosu ise normal kapalılığa yakın meşcerelerden alınan galip veya ortak galip ağaçlardan sağlanan verilerle oluşturulduğu için, örnek alanlardaki galip ve ortak galip ağaçların hacimlendirilmesinde gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir. Galip ve ortak

galip ağaçlar meşcerenin toplam hacminde büyük bir paya sahip olduğundan, tarafımızdan oluşturulan ağaç hacim tablosunun silvikültürel işlemler sırasındaki hacimlendirmede kullanılması daha uygun olacağı söylenbilir.

2) Alemdağ (1962), Usta (1991), Su (2014) ve çalışmada elde edilen tek girişli ve çift girişli ağaç hacim tabloları arasında fark olup olmadığını denetlemek istendiğinde temel yaklaşım; herhangi bir göğüs çapı ve boydaki birey hangi kılavuz eğriye daha yakın ise, o ağaç hacim tablosu gerçeğe daha yakın hacim tahmini yapmaktadır. Kılavuz eğriden uzaklaşıldıkça, hacim tahminindeki hata oranı fazlalaşmaktadır.

3) Usta (1991) ve Su (2014) tarafından hazırlanan ağaç hacim tablosu ve tarafımızdan oluşturulan tek girişli ve çift girişli iki tablo da dikim yoluyla oluşturulan kızılçam meşcerelerden sağlanan verilerle hazırlanmıştır. Bu tabloların dikim yoluyla kurulan meşcerelerde doğru sonuçlar vereceği beklenmelidir. Bu nedenle kızılçam ağaçlandırmalarında yöresel nitelikte ağaç hacim tablolarının hazırlanması gereklidir.

4) Mevcut  ift girişli ağaç hacim tablosundan faydalanılarak türetilen tek girişli ağaç hacim tablosu değerleriyle ormancılık uygulama sonuçları arasında Orman İşletme Şefliği veya meşcere düzeyinde bazı farklılıklar ortaya çıkmakta ve sonuçta birçok problemle karşılaşılabilmektedir. Mevcut tablonun belirli bir yüzde değerinde mutlaka hatası olacaktır (%5 - %10). Fakat bu hata belirli hallerde bu sınırı aşabilmektedir. Bu hataları belirli bir oranda tutabilmek için, ağaç hacim denklemleri içerisinde bonitet sınıfı (veya bonitet endeksi) değişkenine yer verilmelidir. Böylelikle, meşcere tipi düzeyinde yapılacak ağaç hacim tabloları ile bu ve benzeri sorunlar en aza indirilebilir.

5)  ift girişli ağaç hacim tablolarının bölgesel kesim sonuçları ile karşılaştırılarak denetlenmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması, ormancılığımızın devamlılık ve verimlilik ilkelerinin gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlayacaktır.

6) Yörede hazırlanan bu ağaç hacim tabloları, silvikültür, amenajman, envanter ve hasılat çalışmalarında güvenle kullanılabilir.

7) Çift girişli ağaç hacim tablolarını kullanabilmek için göğüs çapına ek olarak ağaç boyunun da ölçülmesi zorunluluğu vardır. Bu durum çift girişli ağaç hacim tablolarının uygulamada çok fazla tercih edilmemesine neden olmakta ve tek girişli ağaç hacim tablolarını daha üstün kılmaktadır. Ancak çift girişli ağaç hacim tablolarının ağaç boyundaki varyasyonu da dikkate alarak hacim tahmin ettikleri için tek girişli ağaç hacim tablolarına göre daha doğru sonuçlar verecektir.



KAYNAKLAR

- Abbot, P., Lowore, J., Werren, M., 1997. Models for the Estimation of Single Tree Volume in Four Miombo Woodland Types. *Forest Ecology and Management*, 97, 25-37.
- Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 145s, İstanbul.
- Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye' deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 160s, Ankara.
- Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye' deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 160 s, Ankara.
- Anonim, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 100 s, Ankara.
- Anonim, 2012. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 27 s, Ankara.
- Anonim, 2014. Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı. Orman Genel Müdürlüğü, 475 s, Ankara.
- Anşin, R., 1994. Tohumlu Bitkiler *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 262s, Trabzon.
- Asan, Ü., 1984. Kazdağı Göknarı Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 207 s, İstanbul.
- Atalay, İ., Sezer, L.İ., Çukur, H., 1998. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanların Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayınları, 109 s, İzmir.
- Avery, T.E., Burkhart, H.E., 1994. Forest Measurement. Mcgraw-Hill Series in Forest Resources, 408 p, New York.
- Batu, F., 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 312 s, Trabzon.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M., 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 364 s, Ankara

- Brooks, J. R., Wiant Jr, H. V. 2008. Ecoregion-based Local Volume Equations for Appalachian Hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry, 25(2), 87-92.
- Birler, A.S., Usta, H., Yüksel, Y., 1983. Karakavak (Asya Servi Kavağı) İçin Hacim Tablosu. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, s.153-169, İzmit.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281 s, Isparta.
- Çatal, Y., Carus, S., 2005. Doğal Karışık Meşcerelerin Korunması Gerekliliği ve Koruma İlkeleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, 89-92, Isparta.
- Çatal, Y., Gürlevik, N., Karatepe, Y., Carus, S., 2005. Isparta Gölcük Yöresi Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Meşcereleri İçin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 6(2), 78-90.
- Çatal Y., Güneş A., 2018. Antalya Yöresi İçin Titrek Kavak Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Turkish Journal Of Forestry, 19(1), 30-39.
- Davis, B.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands (Volume I). University of Edinburgh Press, 374p, Edinburgh.
- Eler, Ü., Carus, S., 2006. Orman Hasılat Bilgisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, 201 s, Isparta.
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 250 s, İstanbul.
- Ercanlı, İ., Güvendi, E., Güney,D., Günlü, A., Altun,L., 2008. Sinop Yöresi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarına İlişkin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 8(1), 14-25.
- Erkan, N., 1996. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu. Güney Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, 148s, Elazığ.
- Erkan, N., Aydın, A.C., Birkan, M.B., 2010. Dikili Satış Uygulamalarında Hacim Belirlenmesinde Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosunun Kullanımı. Orman Mühendisliği Dergisi, 47, 22-25.
- Erkin, K., 1956. Seben Mıntıkası Sarıçamları Hacim Eğrisine Ait Tamamlayıcı Etütler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 4(2), 243-260.

- Evcimen, B. S., 1963. Türkiye Sedir Ormanlarının Ekolojik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 199 s, İstanbul.
- Erten, P., Taşkın, O., 1985. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 21s, Ankara.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 359 s, İstanbul.
- Fırat F., Kalıpsız A., 1963. Tarsus- Karabucak Ormanları İçin *Eucalyptus camaldulensis* Ağaç Hacim Tablosu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 11-19.
- Gülen, İ., 1959. Karaçam Hacim Tablosu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 4(1), 97-112.
- Husch, B., Miller, C.I., Beers, T.W., 1963. Forest Mensuration. The Ronald Press Company, 402 p, New York.
- Karaca, İ., 2012. Burdur Yöresindeki Saf, Aynı Yaşlı ve Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Çeşitli Kızılçam Hasılat Tablolarının Tahminlerinin Kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s, Isparta.
- Kalıpsız, A., 1962. Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 112 s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 558 s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 407 s, İstanbul.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K, E., 1973. Forest Inventory. Volume 2. BLV Verlagsgesellschaft, 469p, München Bern Wien.
- Mısır, N., Yavuz,H., Bayburtlu,Ş., Ercanlı,İ., Kahriman, A., 2005. Normal Hasılat Tablosu ile Müdahale Görmüş Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinde Hacim Tahmini ve İstatistiksel Denetimi. Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, 677-687, Trabzon.
- Miraboğlu, M., 1955. Göknarda Şekil ve Hacim Araştırmaları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 103 s, İstanbul.
- Özçelik R., Çevlik, M., 2017. Batı Akdeniz Yöresi Doğal Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Meşcereleri İçin Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(1), 37-48.

- Özçelik R., Kalkanlı, Ş., 2018. Kaş Yöresi Doğal Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcereleri İçin Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 19(1), 9-19.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E., 2010. Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Verimliliği ile Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Turkish Journal of Forestry, 1(1), 16-29.
- Özkurt, A., 2000. Okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden) İçin Hacim Tablosu. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 6, 87-106.
- Poudel, K.P., Cao, Q.V., 2013. Evaluation of Methods to Predict Weibull Parameters for Characterizing Diameter Distributions. Forest Science, 59(2), 243-252.
- Saraçoğlu, N., 1998. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn subsp. *barbata* (C. A. Mey.) Yalt.) Gövde Hacim Tablosu. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22, 215-225.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 312 s, Ankara.
- Sharma, M., Oderwald, R.G., Amateis, R.L., 2002. A Consistent System of Equations for Tree and Stand Volume. Forest Ecology and Management 165, 183-191.
- Sönmez, T., Çakıroğlu, S., 2012. Doğu Ladini Meşcerelerinde Hacim Artımının Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları Kullanılarak Meyer' in Enterpolasyon Yöntemine Göre Hesaplanması. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 13(2), 226-234.
- Spurr, S. H., 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Company, 476p, New York.
- Su, Y., 2014. Korkuteli Yöresi Yapay Kızılçam Meşcereleri İçin Gövde, Hacim Ve Bonited Endeks Tablolarının Düzenlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79 s, Isparta.
- Şentürk, N., 1997. Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *oxycarpa* (Bieb. Ex Willd.) Gövde Hacim ve Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97 s, Trabzon.
- Şentürk, Ö., Mert, A., Gülsoy, S., Özkan, K., Özdemir, İ. 2010. Sipahiler-Hacıaliler Mevkisinde Karaçam ve Kızılçam Türlerinin Potansiyel Yayılışlarının Modellenmesi. Isparta İli Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumları, Bildiriler Kitabı, 26, 917-926, Isparta.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılçam Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 138 s, Ankara.

- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji. *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 320s, İstanbul.
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü Yöresinde Karaçam İçin Hacim Fonksiyonları ve Hacim Tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23,5, 1181-1188.
- Yavuz H., Şentürk, N., 1998. Dişbudak Ağaç Hacim Tablosunun Düzenlenmesi. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, s.413-424. İstanbul.
- Yavuz, H., Mısıır, N., 2013. Gövde Profili Modellerinin Bilimsel ve Pratik Açıdan İrdelenmesi. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, 26-28 Kasım 2013, 98- 104, Antalya.
- Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetteki Kızılcım Meşçerelerinin Yaşa Göre Gelişimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 149s, İstanbul.

EKLER

EKLER A. Çizelgeler

EKLER B. Fotoğraflar



EK A. Çizelgeler

Ek A. Ağlasun yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için çift girişli ağaç hacim tablosu (Hacimler dm³ olarak verilmiştir)

Göğüs çapı (cm)	Boy(m)																
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
15	64	68	77														
16	74	77	85	98													
17	85	88	95	107													
18	97	100	107	117													
19	111	114	120	130													
20	127	129	135	145	158												
21	144	146	152	161	173												
22	162	165	170	179	191	206											
23	182	185	190	199	211	225											
24	203	206	212	221	232	247	264										
25	226	230	236	245	256	270	286										
26		255	261	270	281	295	311	330	351	374							
27			288	297	309	323	338	356	377	399	424						
28			317	327	338	352	368	385	405	427	451	476					
29			347	358	370	384	399	417	436	457	480	505	531				
30			380	391	403	417	433	450	469	490	512	536	561	588			
31				425	438	453	469	486	505	525	547	570	594	620	647		
32				462	476	491	507	525	543	563	584	607	630	655	681		
33				500	515	531	548	565	584	604	625	646	669	693	718		
34				540	556	573	590	608	627	647	668	689	711	734	758	782	807
35					599	617	635	654	673	693	713	734	756	778	801	824	848
36					644	663	682	701	721	741	762	782	804	825	847	870	893
37						711	731	751	771	792	813	833	854	876	897	918	940
38						761	782	803	824	845	866	887	908	929	950	971	991
39							836	858	880	901	923	944	965	985	1006	1026	1046
40							892	915	938	960	982	1003	1024	1045	1065	1085	1104
41								974	998	1021	1043	1065	1086	1107	1127	1146	1165
42								1036	1061	1085	1108	1130	1152	1173	1193	1212	1230
43									1126	1151	1175	1198	1220	1241	1261	1280	1298
44									1172	1220	1245	1269	1291	1313	1333	1352	1370
45									1234	1276	1314	1342	1366	1388	1408	1427	1445
46									1286	1328	1362	1403	1432	1465	1486	1506	1524
47									1335	1371	1412	1458	1517	1546	1568	1588	1606

EK B. Fotoğraflar



Ek B. Arazi çalışmalarından görünümler

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yusuf ULUDAĞ
Doğum Yeri ve Yılı : Kırıkkale, 1991
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : uludagyusuf71@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Kırıkkale Mehmet Akif Ersoy Lisesi
Lisans : SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 2014

Mesleki Deneyim

Elazığ Orman Bölge Müdürlüğü
Danışman Mühendislik 2014-2016

SDÜ Yenişarbademli MYO
Ücretli Öğretim Görevlisi 2016-2018