ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAŞÇATAK (AKDAĞMADENİ) YÖRESİ SARIÇAM AĞAÇLARI (*Pinus sylvestris* L.) İÇİN TEK VE ÇİFT GİRİŞLİ AĞAÇ HACİM DENKLEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Onur KAYA

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Onur KAYA tarafından hazırlanan **"Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam Ağaçları (*Pinus sylvestris* L.) için Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi"** adlı tez çalışması 02/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. İlker ERCANLI

Jüri Üyeleri :

Başkan: Doç. Dr. İlker ERCANLI

Üye: Doç. Dr. Oytun Emre SAKICI

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Tamer KEÇELİ

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum "**Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam Ağaçları (*Pinus sylvestris* L.) için Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi**" konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim. (30/04/2019).

Onur KAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam Ağaçları (*Pinus sylvestris* L.) için Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi

Onur KAYA

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İlker ERCANLI

Bu çalışmada, Ülkemizin hem orman varlığı, hem de ekonomik olarak büyük bir öneme sahip türlerinden olan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Başçatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan sarıçam meşcerelerindeki ağaçların hacimlerini modellemek üzere tek girişli ve çok girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Tek girişli hacim denklemleri için 6 ve çift girişli ağaç hacim denklemleri için ise 27 farklı fonksiyon, çeşitli başarı ölçütüne göre karşılaştırılmıştır. En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi, hacim gelişimindeki değişimin %93.10 ve çift girişli ağaç hacim denklemi ise %98.10'u tahmin etmiştir. Geliştirilen hacim denkleminin tek bir ağacın hacim tahmininde kullanılması ile oluşacak hata yüzdesini ifade eden Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değeri; tek girişli denklem için %13.8811 ve çift girişli denklem için ise %7.1573 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, hacim denkleminin çok sayıda ağaçta hacim tahmininde kullanılması durumundaki hata yüzdesini ifade eden toplam hata yüzdesi değeri ise tek girişli hacim denklemi için % -0.3975 ve çift girişli hacim denklemi için ise % -5.27×10^{-14} olarak hesaplanmıştır. En başarılı olarak belirlenen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin verilerin alındığı meşcerelere uygunluğu, ormancılık literatüründe yeni bir metot olan ve kullanımı öne çıkan "Equivalence" testi denetlenmiş ve geliştirilen tek ve çift girişli ağaç denklemlerinin Başçatak Orman İşletme Şefliklerindeki Sarıçam meşcerelerine uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

2019, 37 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Hacim, Denklem, Regresyon, Equivalence Testi, Sarıçam

ABSTRACT

M.S. Thesis

Developing Single and Double Tree Volume Equations for Scots Pine Trees: A Case Study in Başçatak (Akdağmadeni) Forests

Onur KAYA

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İlker ERCANLI

In this study, single entry and double entry tree volume equations have been constructed to model individual tree volume of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) trees located in the Başçatak Plannig Unit, Akdağmadeni Forest Enterprise, Kayseri Forest District Directorate, in which has great importance in terms of both forest areas and economical value.

The six functions for single entry volume equations and twenty-seven functions for double entry volume equations were compared by the fitting performance criteria. The best predictive single entry and double entry volume equation accounted for 93.1% and 98.10 % of the total variance at volume prediction, respectively. The best predictive single and double entry volume equations were decided to be appropriate for the studied Scots pine trees by testing independent data. Percentage Absolute Mean Error, which represents the percentage of error when the volume equation developed is used in the estimation of a single tree, were calculated as 13.8811% for single entry equation and 7.1573% for double entry equation. However, the percentage total error representing the percentage of error in the case of the volume equation being used in the estimation of the volume in a large number of trees was calculated as -0.3975% for single entry volume equation and -5.27×10^{-14}% for double entry volume equation. The best predictive single-and double-entry tree volume equations were validated to the stands, which the study data were obtained in the stands, by using "Equivalence" test, a new method in the forestry literature, and these single-and double-entry tree equations were found to be suitable for the Scots pine forests in Başçatak Plannig Unit.

2019, 37 pages

Key Words: Volume, Equation, Regression, Equivalence Test, Scots pine

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Başçatak (Akdağmadeni) Yöresi Sarıçam Ağaçları (Pinus sylvestris L.) için Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi" adlı bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında ders dönemi bitimi sonunda yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır. Başlangıç aşamasından, çalışmanın sonlandırılmasına kadar geçen sürede yardım ve desteklerini esirgemeyen herkese sonsuz teşekkür ederim.

İlk olarak çalışma konusunun seçiminden, çalışmanın sonlandırılmasına kadar her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden sıkça yararlandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. İlker ERCANLI'ya, Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT'a ve Dr. Öğr. Üyesi Oytun Emre SAKICI'ya ve ayrıca bu çalışmada veri elde etmede emeği geçen Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü personellerinden Alaattin UYAR ve Mehmet TOPRAK'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Son olarak bütün hayatım boyunca beni hem maddi hem de manevi olarak destekleyen ve her durumda yanımda olduklarını bildiğim aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Onur KAYA
Çankırı, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET…….. i

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜ …….. iii

ŞEKİLLER DİZİNİ …… vi

ÇİZELGELER DİZİNİ …….. vii

1. GİRİŞ …… 1

2. MATERYAL VE YÖNTEM …… 4

2.1. Materyal …… 4

2.2. Yöntem ……. 9

2.2.1. Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi ……..… 9

2.2.2. Ağaç Hacim Denklemlerinin Denetimi …… 13

3. BULGULAR ve TARTIŞMA …… 15

4. SONUÇ ve ÖNERİLER …… 25

KAYNAKLAR …….. 29

EK ……. 32

ÖZGEÇMİŞ …….. 37

SİMGELER DİZİNİ

m	: Metre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
ha	: Hektar
$\sum$	: Toplam
d	: Göğüs çapı
h	: Ağaç boyu
V	: Gövde hacmi
Log	: 10 tabanında logaritma
$b_0, b_1 \ldots$	: Denklem katsayıları
OMH	: Ortalama Mutlak Hata
HKOK	: Hata Kareler Ortalamasının Karekökü
HKOK%	: Yüzde Hata Kareler Ortalamasının Karekökü
OH	: Ortalama Hata
OH%	: Yüzde Ortalama Hata
R^2	: Belirtme Katsayısı
THY	: Toplam Hata Yüzdesi
OMHY	: Ortalama mutlak hata yüzdesi
AIC	: Akaike Bilgi Ölçütü
BIC	: Bayesian Bilgi Ölçütü
df	: Düzeltme Faktörü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çalışma alanının coğrafik konumu …… 5

Şekil 2.2 Ağaç hacim denklemlerinin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi …….. 8

Şekil 3.1 Tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminleri ve arazide gözlemlenen hacim gelişimi …… 20

Şekil 3.2. Çift girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminlerinin değişimi ……. 21

Şekil 3.3. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerine göre değişimi …… 22

Şekil 3.4. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerine göre değişimi …… 22

Şekil 3.5. Amenajman Planı Hacim Tablosu, Pehlivan (2010) ve Kaya (2019)'un tek girişli hacim gelişimi ile gözlem değerleri arasındaki ilişki …… 24

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler ……. 6

Çizelge 2.2 Denklemlerin geliştirilmesinde ve denetiminde kullanılan verilerin çap ve boy sınıflarına dağılımı ……. 7

Çizelge 3.1. Kullanılan tek ve çift girişli denklemlere ilişkin parametre tahminleri ……..... 17

Çizelge 3.2 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütleri …… 18

Çizelge 3.3 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütlerine ilişkin rölatif sıra değerleri ……. 19

Çizelge 3.4. Equivalence testi sonuçları …….. 23

1.GİRİŞ

Ormanların planlamasının ilk aşaması, orman envanteri olup, orman envanteri ile elde edilen bilgilerin doğruluğu, bu planların etkin ve başarılı olmasının en önemli koşuludur. Kalıpsız (1999) tarafından belirli bir zaman periyodunda, üretim sürecine katılan faktörler ve meydana gelen üretimin, ölçüm, sayım ve değerlendirme yolu ile tespiti olarak tanımlanan orman envanteri, başta orman amenajman planları olmak üzere çeşitli ormancılık faaliyetlerinin önemli ön koşulu olmaktadır (Kalıpsız 1984, Asan 2000).

Orman envanterinin bir çeşidi olan ağaç serveti envaterinde, çeşitli tek ağaç özellikleri ölçülmekte, bu ölçümler kullanılarak meşcere orta çapı, orta boyu, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, hacmi ve artımı gibi çeşitli meşcere özellikleri hesaplanmaktadır. Ormanın ana ürünü olan odunun özellikle hacim veya ağırlık birimi ile ölçülerek piyasaya sunulmasından dolayı, bu meşcere özelliklerinden meşcere hacmi ve artımı, diğer özelliklerden öne çıkmaktadır. Ormancılıkta, meşcere hacmi olarak ölçülen ağaç serveti, orman işletmelerinden elde edilen ana ürünü olarak orman işletmelerinin sermayesinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Yeşil 1992, Yavuz ve Saraçoğlu 1999, Kapucu 2004).

Meşcere hacmi, orman işletmesinin ana ürünü olarak önemi yanın da, ayrıca meşcere karbon birikimlerinin hesaplanmasında kullanılan önemli bir değişkendir. Meşcerelerin ağaç serveti değerleri ile birlikte BEF dönüşüm değerleri kullanılarak orman karbon değerleri hesaplanmaktadır. Özellikle, Orman Amenajman Yönetmeliğinde bu hesaplamaların nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak yer almaktadır. Bu bakımdan, meşcere hacminin önemi ormanın ana ürünü olması yanında ormanlarımızın karbon birikiminin tahmininde ve karbon birikimlerinin tahmini ile orman-iklim değişikliği ilişkilerinin ortaya konulmasında daha da belirginleşmektedir. Bu bakımdan, Tek ağaçların hacimlerinin ve bu ağaçların bir araya gelmesi ile oluşan meşcerelerin hacimlerinin doğru ve başarılı tahmini, ormancılığımız acısından büyük bir önem arz etmektedir. Ormanclılık litertüründe, etkin ve başarılı hacim tahminlerinin elde edilmesine ilişkin bir çok farklı yöntem önerilmiş ve uygulanmıştır. Bu farklı yöntemlerden, ağaçların

göğüs çapları ya da boyları gibi özellikleri ile hacimleri arasındaki ampirik ilişkilere dayanan "Ağaç Hacim Tabloları" yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Kapucu 2004). Kalıpsız (1999)' a göre ağaç hacim tabloları, dikili ağaçların çeşitli boyutlarının fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren tablolar olup, bu yöntem, belirli ölçüde ölçümü kolay olan göğüs çapı ve ağaç boyu özellikleri yardımıyla doğrudan ölçümü çok zor olan ağaç hacminin tahmini esastır.

Ağaç Hacim Tabloları yöntemi; istatistik bilimin bir konusu olan Regresyon Analizi ile elde edilen Regresyon Denklemleri (ağaç hacim denklemleri) ile ağaç hacmini, göğüs çapı ya da boyun fonksiyonu olarak tahmin edilmesine dayanmaktadır (Fırat 1973; Loetsch vd. 1973). Ağaç Hacim Tabloları; sadece göğüs çapını bağımsız değişken olarak içerdiklerinde, "Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları", göğüs çapı ile birlikte ağaç boyunu da içerdiklerinde "Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları", göğüs çapı ve ağaç boyuna ek olarak üçüncü bir değişkeni de (ağaç boyunun belirli bir oranına, örneğin % 30, karşılık gelen yükseklikteki gövde çapı ya da yerden 7 metre yüksekliğindeki gövde çapı gibi) içerecek şekilde düzenlendiklerinde ise "Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları" olarak adlandırılmaktadırlar (Kapucu vd. 2002).

Ağaç hacim denklemleri, bu bakımdan ağaçların göğüs çapı ve boyu gibi boyutları ile hacim arasındaki ilişkiye dayanmakta, bu ilişkinin istatistiksel ifadesi ise regresyon analizi sonucu elde edilen denklemler ile gösterilmektedir. 1920-1940'lı yılları kapsayan dönemlerde, ağaç hacmi ile göğüs çapı ve ağaç boyu arasındaki ilişkileri elle dengelemeye ve çizime dayanan 'Grafik Yöntem' kullanılmıştır (Yavuz 1995, Şentürk 1997). Özellikle, bilgisayar teknolojilerin gelişimi ile birlikte, çoklu hesaplamalara dayanan karmaşık regresyon denklemlerinin kullanımı söz konusu olabilmiştir.

Ağaç hacim denklemlerinin, başta orman amenajmanı olmak üzere çeşitli ormancılık uygulamalarındaki önemi ve yoğun kullanımı ile ülkemizde her bir planlama alanı ve asli ağaç türleri için ağaç hacim denklemleri ve tabloları düzenlenmiştir. Meşe (Eraslan 1954), Anadolu karaçamı (Gülen 1959, Kalıpsız 1963), Doğu kayını (Kalıpsız 1962), Toros sediri (Evcimen 1963), Okaliptus (Fırat ve Kalıpsız 1963, Özkurt 2000) hacim

tablolarının oluşturulmasında grafik metotlar kullanılmıştır. Göknar (Miraboğlu 1955), Sarıçam (Erkin 1956, Alemdağ 1967, Pehlivan 2010, Şenyurt vd. 2011, Ölmez, 2018), Kızılçam (Alemdağ 1962), Doğu ladini (Akalp 1978), Karakavak (Birler vd. 1983), Kazdağı göknarı (Asan 1984), Göknar (Saraçoğlu 1988, Sakıcı ve Yavuz 2003), Kızılağaç (Saraçoğlu 1998), Dişbudak (Şentürk 1997), Sarıçam-Uludağ göknarı-Doğu kayını değişik yaşlı karışık meşcereleri (Durkaya 2004), Titrekkavak (Bayburtlu 2007), Sahil Çamı (Ercanlı vd. 2008), Kızılçam (Kahriman vd. 2017), Sedir (Özçelik ve Çevlik 2017), Karaçam (Sakıcı vd. 2018) gibi çeşitli ağaç türleri için ağaç hacim denklemlerini istatistiksel bir analiz olan regresyon analizi yöntemi ile geliştirilmiştir.

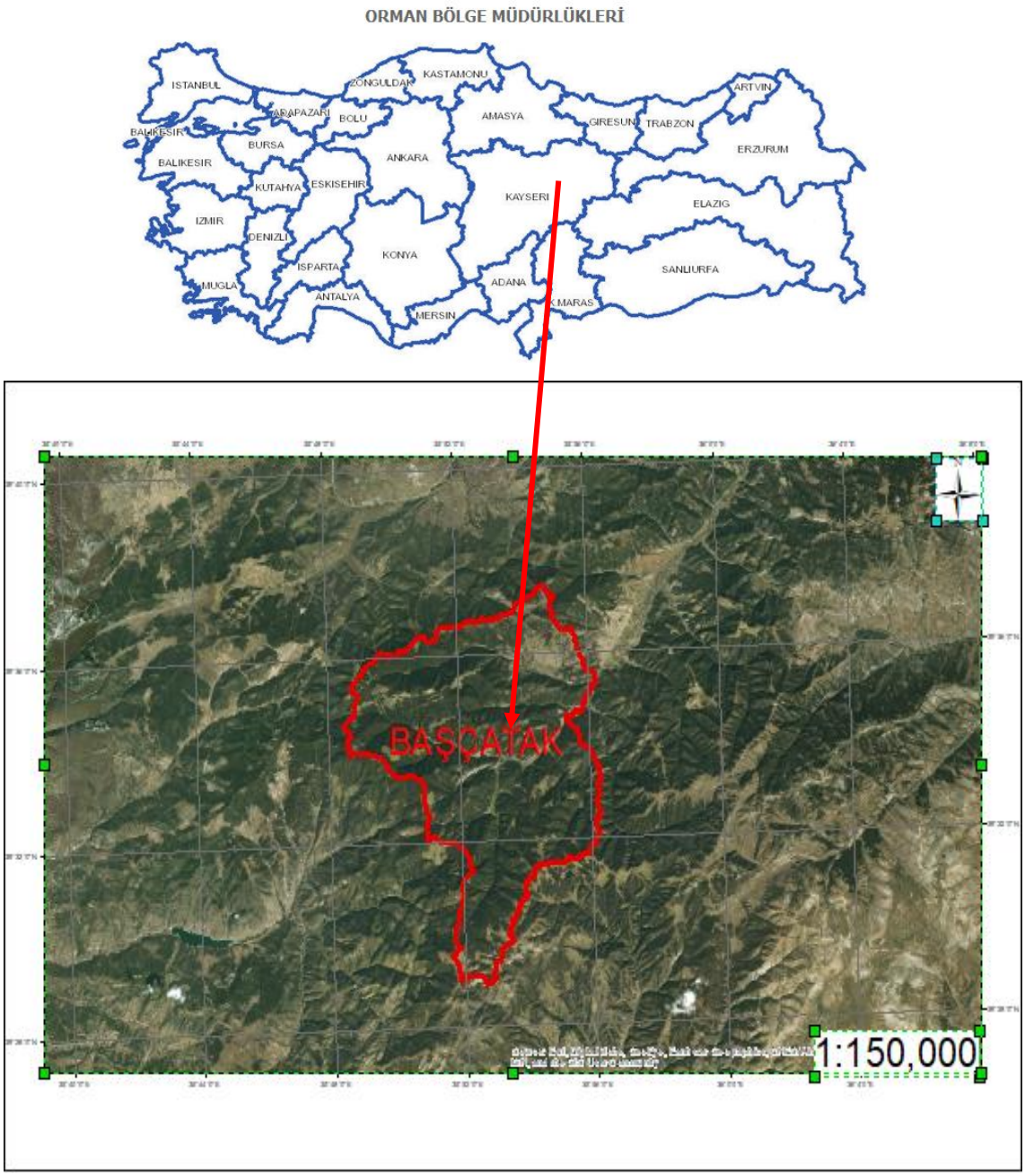
Asli ağaç türlerimiz olmak üzere farklı ağaç türlerimizin değişik yetişme ortamları ve meşcereleri için lokal ağaç hacim denklemlerinin ve tablolarının geliştirilmesi önemli bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylece, orman işletmelerinin ana ürününü oluşturan dikili ağaç servetinin tahminindeki doğruluğun ve tutarlığının geliştirilecek bu hacim denklemleri ile artması, ormancılığımıza önemli katkılar sağlayacaktır. Bu bakımdan, bu çalışmanın amacı; Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman işletme Müdürlüğü, Başçatak İşletme Şefliği sınırları içinde yayılış gösteren Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin ve tablolarının geliştirilmesi ve başta orman envanteri olmak üzere çeşitli ormancılık çalışmalarında önemli bir değişken olan hacim tahmin doğruluğunun ve etkinliğinin artırılmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan araştırma materyali, 2017 yılında Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Başçatak Şefliğinde yayılış gösteren doğal Sarıçam meşcerelerinden elde edilmiştir (Şekil 2.1). Bu meşcerelerden 222 adet örnek ağaçta ölçümler yapılmıştır. Çalışma alanından elde edilen örnek ağaçlar, çalışma alanının hacim gelişimini en iyi temsil edecek şekilde mümkün olduğunca değişik çap ve boylarda seçilmiştir. Ayrıca bu örnek ağaçların, bozuk tepeli, kusurlu (tepe kırıklığı, çatallılık, kurumuş) olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararı ve özellikle çeşitli nedenlerle yaralanıp dip çürüklüğüne sahip olmamasına özen gösterilmiştir.

Çalışma kapsamındaki örnek ağaçlar, ilk önce dip kütük yüksekliğinden (0.3 m) kesilmiş, ilk kesilen kısım olan 0.3 metrede kabuklu gövde çapı ölçülmüş, daha sonra şerit metre yardımıyla 1 metre sonra 1.30 metrede çap ölçülmüş, daha sonra 2 metre sonra 3.30 metrede çap ölçülerek ve bu noktadan itibaren 5.3, 7.3, 9.3, 11.3, … metrelerde mümkün olduğunca düzenli çap ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2.1‘de, örnek ağaçlarla ilgili istatistiksel bilgiler verilmiştir.



Şekil 2.1 Çalışma alanının coğrafik konumu

Çizelge 2.1 Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler

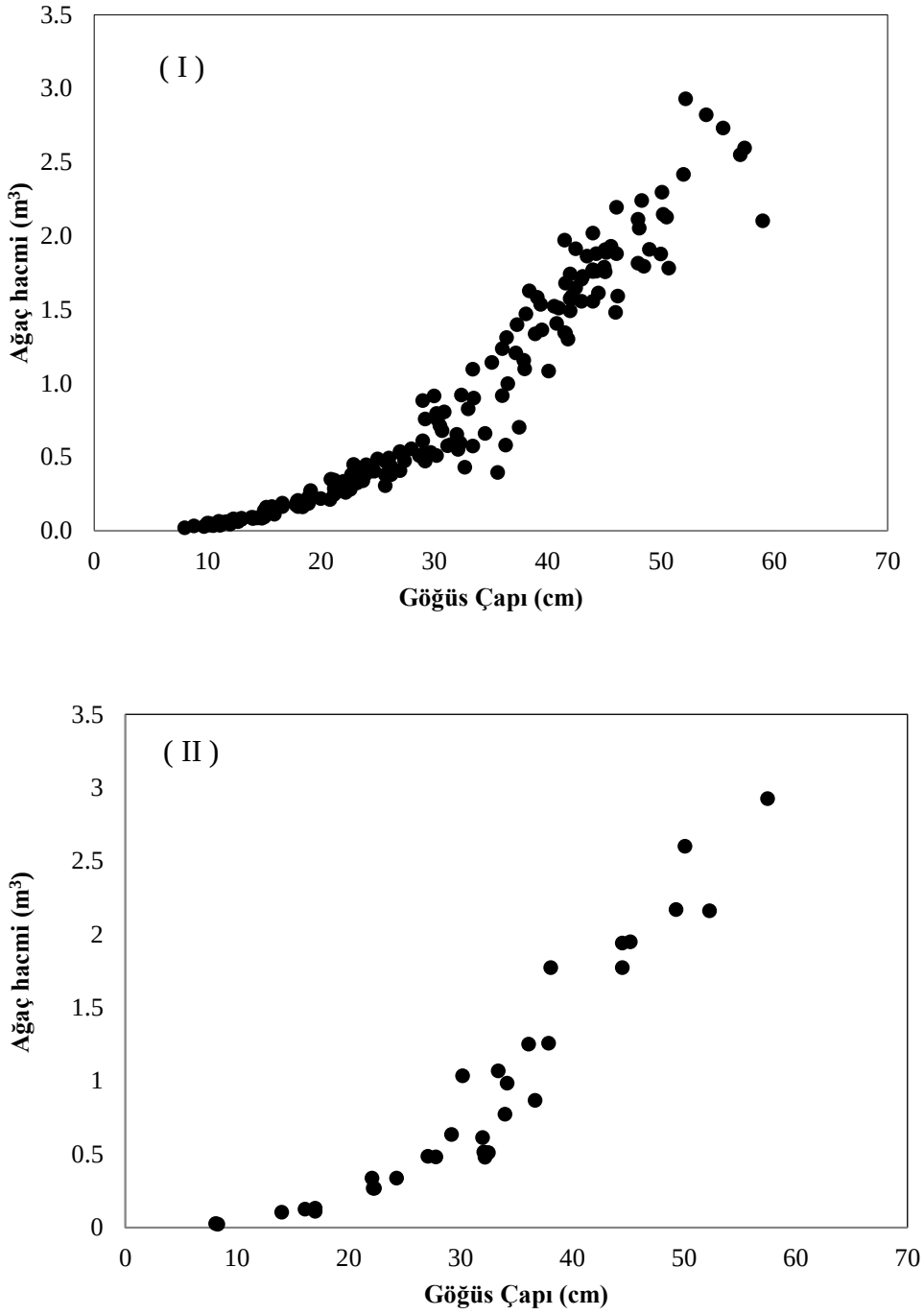
	Göğüs çapı (cm)	**Boy (m)**	**Hacim (m^3)**
Minimum	8,00	5,80	0,02
Maksimum	59,00	31,70	2,93
Ortalama	30,11	17,71	0,86
Standart Sapma	12,90	6,34	0,76

Çalışmada kullanılan veriler, ağaç hacim fonksiyonlarının parametrelerinin tahmininde ve bu fonksiyonların meşcereye uygunluğunun denetiminde kullanılan veriler olmak üzere veriler rastgele iki gruba ayrılmıştır. I. grupta, toplam verinin yaklaşık % 85'i (n=190), II. grupta ise yaklaşık % 15'u (n=32) bulunmaktadır. Çizelge 2.2'te, I. ve II. grupta bulunan verilerin, 4'er cm'lik çap ve 2'şer m'lik boy basamaklarına dağılımı verilmiştir. Şekil 2.2'te, ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan verilere ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi verilmiştir.

Çizelge 2.2 Denklemlerin geliştirilmesinde ve denetiminde kullanılan verilerin çap ve boy sınıflarına dağılımı

Çaplar	**Boylar**														∑
	5	**7**	**9**	**11**	**13**	**15**	**17**	**19**	**21**	**23**	**25**	**27**	**29**	**31**	
10	1(0)*	6(1)	8(1)	3(0)	1(0)										19(2)
14		2(0)	5(0)	5(0)	6(0)	1(1)									19(1)
18			0(1)	1(0)	11(2)	4(0)	1(0)								17(3)
22				0(2)	5(0)	6(1)	4(0)	2(0)	1(0)						18(3)
26				2(0)	2(0)	3(3)	9(0)								16(3)
30				1(0)	4(1)	3(0)	2(0)	3(0)	2(1)		3(0)	0(1)			18(3)
34			1(1)	3(1)	2(1)	1(0)		1(1)	2(1)	3(1)	1(0)				14(6)
38				2(0)			0(1)		3(1)	6(0)	1(0)		2(1)		14(3)
42						1(0)		1(0)	5(0)	8(0)	4(0)	5(0)		1(1)	25(1)
46									1(0)	5(1)	5(1)	1(1)	2(0)		14(3)
50									2(0)	2(0)	4(0)	1(1)	1(0)	0(1)	10(2)
54											1(1)		1(0)	1(0)	3(1)
58							1(0)			2(0)			0(1)		3(1)
∑	1(0)	8(1)	14(3)	17(3)	31(4)	19(5)	17(1)	7(1)	16(3)	26(2)	19(2)	7(3)	6(2)	2(2)	190(32)

*modellerin denetiminde kullanılan veriler.



Şekil 2.2 Ağaç hacim denklemlerinin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi

2.2. Yöntem

2.2.1. Ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi

Bu çalışmada, tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri düzenlenmesinde; çalışma alanı olan Başçatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan sarıçam meşcerelerinden değişik çap ve boy basamaklarında seçilen toplam 222 adet örnek ağaç kesilerek, gövde boyunca farklı yüksekliklerden ölçülen çap verileri kullanılmıştır.

Bu verilerden yararlanarak her bir örnek ağaç; dip kütük, seksiyonlar ve uç parça olmak üzere üç ayrı bölüme ayrılmış ve hacimlendirilmiştir. Bu bölümlere ilişkin hacimlerin toplanması ile de toplam gövde hacmi hesaplanmıştır. Dip kütüğün, silindir; uç parçanın ise, koni biçiminde olduğu varsayılmıştır. Her bir seksiyonun hacimlendirilmesinde, seksiyon uzunlukları eşit olduğundan, "Huber" formülü kullanılmıştır. Ağaç hacimlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir;

Dip kısım için; $Vdip = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.3}^2 \cdot 0.3$ (1)

Uç kısmı için; $Vuç = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{uç}^2 \cdot h_{uç}$ (2)

Seksiyon hacimleri için Huber formülü; $Vseksiyon = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{1.3}^2 + \cdots + d_n^2) \cdot 2$ (3)

Ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesinde diğer bir aşama ise; tek ağaçların hacimlerini, ağaçların göğüs çapına (tek girişli ağaç hacim denklemleri) ya da göğüs çap ile birlikte boyuna (Çift girişli ağaç hacim denklemleri) göre tahmin eden Regresyon Denklemlerinin geliştirilmesidir. Regresyon denklemlerinin geliştirilmesinde ise; Regresyon Analizi adı verilen istatistik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu denklemlerde; ölçümü zor olan hacim değişkeni (Dendrometrik formüller ile hesaplanan) bağımlı değişken iken, kolay ölçülen göğüs çapı ve ağaç boyu değişkenleri ise, bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Ormancılık literatüründe, farklı birçok çalışmada tek ve çift girişli pek çok hacim fonksiyonu kullanılmıştır. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan (Şentürk 1997, Yavuz 1999) sağlanan tek girişli hacim denklemleri için 6 (4-9'nolu denklemler) ve çift girişli ağaç hacim denklemleri için de, 27 (10-36'nolu denklemler) farklı hacim fonksiyonu kullanılmıştır. Bu denklemlere ilişkin katsayılar, katsayılara ilişkin önemlilik düzeyleri ve diğer istatistiklerin elde edilmesinde, SPSS 15.0 adlı paket programı kullanılmıştır (SPSS 15.0 Inc. 2006).

Tek girişli ağaç hacim fonksiyonları; $V = f(d)$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 \quad (4)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2 \quad (5)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) \quad (6)$$

$$logV = b_0 + b_1 . logd \quad (7)$$

$$logV = b_0 + b_1 . logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) \quad (8)$$

$$logV = b_0 + b_1 . logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot (logd)^4 \quad (9)$$

Çift girişli ağaç hacim fonksiyonları; $V = f(d, h)$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (10)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (11)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h + b_5 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (12)$$

$$V = b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot h \quad (13)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h^2 + b_5 \cdot (d \cdot h^2) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (14)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h + b_5 \cdot (d \cdot h) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (15)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot (d \cdot h) + b_5 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (16)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot (logh)^2 \quad (17)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h^2 + b_5 \cdot (d \cdot h^2) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (18)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h + b_5 \cdot (d \cdot h) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (19)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d + b_4 \cdot d^2 + b_5 \cdot (d \cdot h) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (20)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot h^2 + b_5 \cdot (d \cdot h^2) + b_6 \cdot (d^2 \cdot h^2) \quad (21)$$

$$V = b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot (d \cdot h) + b_4 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (22)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh \quad (23)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot (logd)^4 \quad (24)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot (logd)^4 + b_4 \cdot logh + b_5 \cdot (logh)^4 \quad (25)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot d^2 + b_4 \cdot logh \quad (26)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot h + b_4 \cdot d^2 + b_5 \cdot h^2 + b_6 \cdot (d \cdot h^2) + b_7 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (27)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot log(d^2 \cdot h) \quad (28)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh \quad (29)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot logh^2 \quad (30)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot logh^4 \quad (31)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot \frac{1}{h} \quad (32)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot d^2 \quad (33)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot (d^2 \cdot h) \quad (34)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot h^2 \quad (35)$$

$$logV = b_0 + b_1 \cdot logd + b_2 \cdot \left(\frac{1}{d}\right) + b_3 \cdot logh + b_4 \cdot (d \cdot h^2) \quad (36)$$

Burada;

V : gövde hacmini (m^3)

d : göğüs çapını (cm)

h : ağaç boyunu (m)

log : 10 tabanında logaritmayı

b_0,b_1, ..b_k: denklem katsayılarını göstermektedir.

df : düzeltme faktörü

Bu çalışmada kullanılan hacim fonksiyonlarından, en başarılı hacim tahmini sonucunu veren fonksiyonun belirlenmesinde, (1) Ortalama Mutlak Hata (OMH), (2) Hata Kareler Ortalamansın Karekökü (HKOK), (3) Yüzde Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK%), (4) Ortalama Hata (Bias), (5) Yüzde Ortalama Hata (Bias%), (6) Belirtme Katsayısı (R^2), (7) Toplam Hata Yüzdesi (THY), (8) Ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY), (9) Akaike Bilgi Ölçütü (AIC) ve (10) Bayesian Bilgi Ölçütü (BIC) değeri olmak üzere on farklı başarı ölçütü kullanılmıştır. Bu ölçüt değerlerinden, OMH, HKOK, HKOK%, Bias, Bias%, THY, OMHY, AIC ve BIC değerlerinin küçük, Belirtme Katsayısı değerlerinin ise 1'e yakın değerleri olması durumunda başarılı tahminler elde edilmektedir. Kullanılan bu başarı ölçüt değerlerinin formüleri aşağıda verilmiştir.

$$OMH = \sum_{i=1}^{n} \left| V_i - \hat{V}_i \right| / n \tag{37}$$

$$HKOK = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(V_i - \hat{V}_i \right)^2 / (n-k)} \tag{38}$$

$$HKOK\% = \left(\left[\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(V_i - \hat{V}_i \right)^2 / (n-k)} \right] / \bar{V}_i \right) \cdot 100 \tag{39}$$

$$Bias = \sum_{i=1}^{n} \left(V_i - \hat{V}_i \right) / n \tag{40}$$

$$Bias\% = \left(\left[\sum_{i=1}^{n} \left(V_i - \hat{V}_i \right) / n \right] / \bar{V}_i \right) \cdot 100 \tag{41}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (V_i - \hat{V}_i)}{\sum_{i=1}^{n} (V_i - \bar{V}_i)} \tag{42}$$

$$\text{THY} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \hat{V}_i - \sum_{i=1}^{n} V_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i} \tag{43}$$

$$\text{OMHY} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \hat{V}_i - V_i \right|}{\sum_{i=1}^{n} V_i} \tag{44}$$

$$AIC = n \cdot ln(HKOK) + 2 \cdot k \tag{45}$$

$$BIC = n \cdot ln(HKOK) + n \cdot ln(k) \quad (46)$$

Burada, n: veri sayısını, k: parametre sayısını, $\hat{V}_i$: hacim denklemi ile tahmin edilen hacim değeri, V_i : ölçülen hacim değeri, $\bar{V}$: ölçülen ortalama ağaç hacim değerlerini göstermektedir.

Bir ya da birkaç ölçüt değerlerine göre başarılı olan bir hacim fonksiyonu, diğer bir ölçüt değerine göre başarısız olabilir. Bu nedenle tüm başarı ölçütlerinin kapsayacak şekilde, bir başarı sıralaması yapılmıştır. Bu amaçla, Poudel and Cao (2013) tarafından önerilmiş rölatif sıralama yöntemi kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda kullanılan belirli bir ölçüt değeri bakımından iyi olan hacim denklemine 1 sıra numarası, başarısız olan denkleme 2 ve artan sıralarda sıra numarası verilmesine ilişkin hacim denklemlerinin sıralanması yöntemine göre; rölatif sıralama yöntemi, başarı ölçütlerinin uzaklık ve yakınlıklarını da dikkate alabilmektedir (Özçelik ve Çevlik, 2017; Özdemir, 2018). Rölatif sıralama yöntemine ilişkin rölatif sıra değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Poudel and Cao, 2013).

$$R_i = 1 + \frac{(m-1)\cdot(S_i - S_{min.})}{(S_{max.} - S_{min.})} \quad (47)$$

Bu formülde, R_i: i. Denklemin rölatif sırasını, S_i: i. Denkleme ilişkin başarı ölçüt değerini, $S_{min.}$: en düşük başarı ölçüt değerini, $S_{max.}$: en yüksek başarı ölçüt değerini ifade etmektedir. Özellikle, rölatif sıra değerleri hesaplandıktan sonra, toplam rölatif sıra değeri en küçük olan hacim denklemi ise; en başarılı şekilde ağaç hacmini tahmin eden denklem olarak belirlenmiştir.

2.2.2. Ağaç Hacim Denklemlerinin Denetimi

Bu çalışmada yukarıda sözü edilen on adet ölçüte göre en iyi sonucu veren hacim denklemi belirlendikten sonra elde edilen hacim tahminlerinin, çalışma alanı olan

Başçatak yöresi Sarıçam ormanlarına uygunluğunun denetlenmesi de denklemlerin geliştirilmesinde kullanılmamış olan 32 ağaçtan oluşan veri ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için, söz konusu 32 adet ağaca ilişkin hacim tahminleri, en başarılı olarak belirlenen tek ve çift girişli hacim denklemi ile elde edilmiş, özellikle son zamanlarda model denetleme süreçlerinde öne çıkan "Equivalence" testi ile de denklemlerin çalışma alanına uygunluğu denetlenmiştir. "Equivalence" testi, verilerin tahmin değerleri ile ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasına ilişkin klasik istatistik testine (iki eş arasındaki farkın önemlilik testi gibi) karşı, özellikle son yıllarda kullanımı öne çıkan bir yöntemdir. İki eş arasındaki farkın önemlilik testinde, H_0 hipotezi; farksızlık ve tahmin ile gözlem değerlerinin benzer olduğu esasına göre kurulmaktadır. Model tahmin gücünün zayıf olduğu ya da veri sayısının az olduğu durumunda; İki eş arasındaki farkın önemlilik testi, tahmin ve gözlem değerleri arasında önemli farklar olmasına karşın; tahmin ve gözlem değerlerinin farksız olduğu ve böylece denklemin çalışma alanına uygun olduğu gibi hatalı ve istenmeyen sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir (Robinson ve Froese 2004). "Equivalence" testi ise, uygulayacının seçeceği benzerlik oranına göre, özellikle gözlem ve tahmin arasındaki ilişkiye temsil eden doğrusal denklemin katsayılarını esas alarak, denklemlerin çalışma alanına uygunluğu denetler. Bu çalışmada "Equivalence" testinin gerçekleştirilmesinde, gözlem ve tahmin değerleri arasındaki ilişkiye ilişkin eğim katsayısı (b1)'in 1 olduğu esas alınarak, %15'luk benzerlik oranı, 1±0.15, kullanılmıştır. Gözlem ve tahmin değerleri arasındaki ilişkiye ait sabit katsayı için benzerlik oranı da, hesaplanan hacim değerlerinin ortalamasının yüzde 15'i, $\bar{y} \pm \bar{y} \cdot 0.15$, esas alınarak belirlenmiştir. Bu testte, diğer istatistiki testlerden farklı olarak sıfır hipotezi (H_0), gözlem ve tahmin değerleri arasında bir farklılığın olduğu (benzerliğin olmadığı) şeklinde kurulmaktadır. "Equivalence" testinde, gözlem ve tahmin değerlerinin ilişkisine ait eğim ve sabit katsayılarının belirlenen benzerlik oranına göre eşitliği, iki yönlü test stratejisi (TOST) kullanılarak test edilmiş, eğim ve sabit katsayılara ilişkin güven aralıkları ise, Robinson vd. (2005) tarafından açıklanan "Nonparametrik bootstrap" prosedürü ile hesaplanmıştır. Tüm bu ifade edilen test süreçlerinin işletilmesinde, R yazılım dili ile kodlanmış "Equivalence" paketindeki "Regression-based TOST using bootstrap, equiv.boot" fonksiyonu kullanılmıştır (R Core Team 2017).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada test edilen tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarına ilişkin parametrelerin tahmin değerleri, Çizelge 3.1'de verilmiştir. Ayrıca bu hacim fonksiyonları için hesaplanan ölçüt değerleri ise Çizelge 3.2'de ve bu başarı ölçüt değerlerine ilişkin rölatif sıra numaraları da Çizelge 3.3'de verilmiştir. Test edilen tüm tek ve çift girişli hacim fonksiyonları; $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte, elde edilen bu fonksiyonların bazı parametreleri $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı iken, bazıları ise anlamsız olarak elde edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.3'de verilen başarı ölçütleri birlikte dikkate alındığında, en küçük rölatif sıra numarası toplamına (23.217 rölatif sıra toplamı) sahip olan tek girişli hacim fonksiyonlarından 6 nolu denklemdir. Ancak 6 nollu denklem, hacim tahminlerinde başarılı sonuçlar vermesine karşın, $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamsız parametre içermektedir. Daha sonraki en küçük rölatif sırasına, 5 no'lu denklem sahip olmasına karşın, bu denklem de anlamsız parametreler içermektedir. Tüm parametre değerleri anlamlı olan sıradaki en küçük rölatif sırasına sahip 4 no'lu denklem değerlendirmeye alınmış, ancak bu denklemin de 10 cm'den daha düşük çapa sahip ağaçlar için negatif hacim tahmin ettiği belirlenmiştir. Böylece, tüm parametreleri anlamlı ve tüm çap değerleri için pozitif hacim tahminleri veren 7 numaralı denklem, hacim tahminlerinde en başarılı tek girişli ağaç hacim denklemi olarak seçilmiştir. En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi aşağıda verilmiştir.

$$logV = -3.88440508 + 2.4954333215 \cdot \log(d)$$

En başarılı tek girişli hacim fonksiyonuna ilişkin uygunluk ölçütleri, OMH=0.1182, HKOK=0.1981, HKOK%= %23.2747, AIC=305.5726, BIC=307.5726, Bias=0.0034, Bias%= %0.3975, THY=-%0.3975, OMHY=%13.8811 ve R^2=0.9310 olarak hesaplanmıştır.

Çift girişli ağaç hacim denklemleri için hesaplanan başarı ölçütleri değerlendirildiğinde, 15 numaralı denklem en küçük rölatif sıra numarası toplamına sahip olduğu görülecektir (Çizelge 3.3). Bununla birlikte, Çizelge 3.1'den de görüleceği üzere; bu denklemin birçok parametreleri $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamsız olarak elde edilmiştir. Bu bakımdan, tüm parametreleri anlamlı olan ve başarılı tahmin sonuçları sunan 11 numaralı denklem, en başarılı çift girişli hacim denklemi olarak seçilmiştir. Bu çalışmada belirlenen en başarılı çift girişli ağaç hacim denklemi, parametreleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$V = -1.7820826 + 1.216599 \cdot (logd) + 5.7921528 \cdot (1/d) + 0.000028636 \cdot d^2h$$

En başarılı fonksiyon olarak seçilen denkleme ilişkin başarı ölçütleri ise OMH=0.0609, HKOK=0.1041, HKOK%= %12.2332, AIC=425.7827, BIC=298.0848, Bias=$6.8261X10^{-16}$, Bias%= $\%8.0185x10^{-14}$, THY= $-\%5.27x10^{-14}$, OMHY= %7.1573 ve R^2=0.9810 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan tek ve çift girişli denklemlere ilişkin parametre tahminleri

Model No	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	dk
4	-0.1020**	0.00089***						
5	-0.0705ns	0.00093***	-0.00237^{ns}					
6	-0.18804**	0.00092***	1.27538^{ns}					
7	**-3.8844*****	**2.49543*****						1.0180
8	-3.4634***	2.26526***	-2.1679*					1.0181
9	-4.2855**	2.8600**	0.43911^{ns}	-0.02938^{ns}				1.0182
10		0.13806***	-1.63402***	3.189x10^{-5***}				
11	**-1.78208****	**1.21659****	**5.79215***	**2.8635x10^{-5***}**				
12	-2.43733**	1.51739**	8.68812**	2.2374x10^{-5ns}	0.00866^{ns}	2.54x10^{-5ns}		
13		0.0008361***	0.00014^{ns}					
14		-0.01275^{ns}	-0.41571ns	0.00025*	0.000396ns	-7.87x10^{-7ns}	2.1642x10^{-5*}	
15	0.84438ns	-0.6671ns	-1.5114ns	0.000312^{ns}	-0.0181^{ns}	0.00163*	1.93x10^{-6ns}	
16	-1.0097ns	0.5356^{ns}	4.3271ns	0.000179ns	0.000661*	1.454 x10^{-5*}		
17	-3.3508***	1.6596***	-2.83306***	0.44703^{ns}	0.15731^{ns}			1.0049
18	-4.0489***	2.68219**	13.89607**	-0.000408ns	0.000693*	-3.525x10^{-5*}	4.94x10^{-5**}	
19		-0.1068ns	1.2288ns	0.000238**	-0.01285ns	0.001293***	6.94x10^{-5ns}	
20		-0.4316*	1.8843ns	0.02289ns	-1.145x10^{-5ns}	0.00057*	1.656x10^{-5*}	
21		-0.11095*	0.8385ns	0.00057***	-0.00018^{ns}	4x10^{-5*}	1.5x10^{-7ns}	
22		0.08242*	-1.238**	0.00025^{ns}	2.79x10^{-5***}			
23	-3.6711***	1.71727***	-2.29278***	0.81868***				1.0049
24	-5.2448***	2.85207***	2.6936ns	0.82302***	-0.0562*			1.0048
25	-5.10536***	2.81216***	2.3462^{ns}	-0.05591*	0.74318***	0.0115ns		1.0048
26	-4.36209***	2.15788***	0.31135^{ns}	-4.805x10^{-5*}	0.8204***			1.0049
27	-4.2473***	2.4607***	1.0636^{ns}	0.03444**	-0.000218^{ns}	-4.81x10^{-5ns}	-1.9x10^{-5ns} 1.0047	
28	-4.14006***	0.937901***						1.0056
29	-3.6711***	1.71727***	-2.29278***	0.81868***				1.0050
30	-3.3508***	1.6596***	-2.83306***	0.44703^{ns}	0.15731^{ns}			1.0049
31	-3.5306***	1.68084***	-2.6369**	0.7333***	0.012398^{ns}			1.0050
32	-3.8177***	1.63778***	-3.03055***	0.99819***	1.11711ns			1.0049
33	-4.36209***	2.15788***	0.31135ns	0.82044***	-4.805x10^{-5*}			1.0048
34	-4.13547***	1.9666***	-0.52587ns	0.86604***	-1.07x10^{-6ns}			1.0049
35	-3.6648***	1.71533***	-2.3114**	0.81583***	2.19x10^{-6ns}			1.0050
36	-3.8642 ***	1.8041***	-1.6042^{ns}	0.86125 ***	9.32x10^{-7ns}			1.0049

ns: Anlamsız parametre, anlamsız parametre, p>0.05, *:p<0.05, **:p<0.01,***:p<0.001

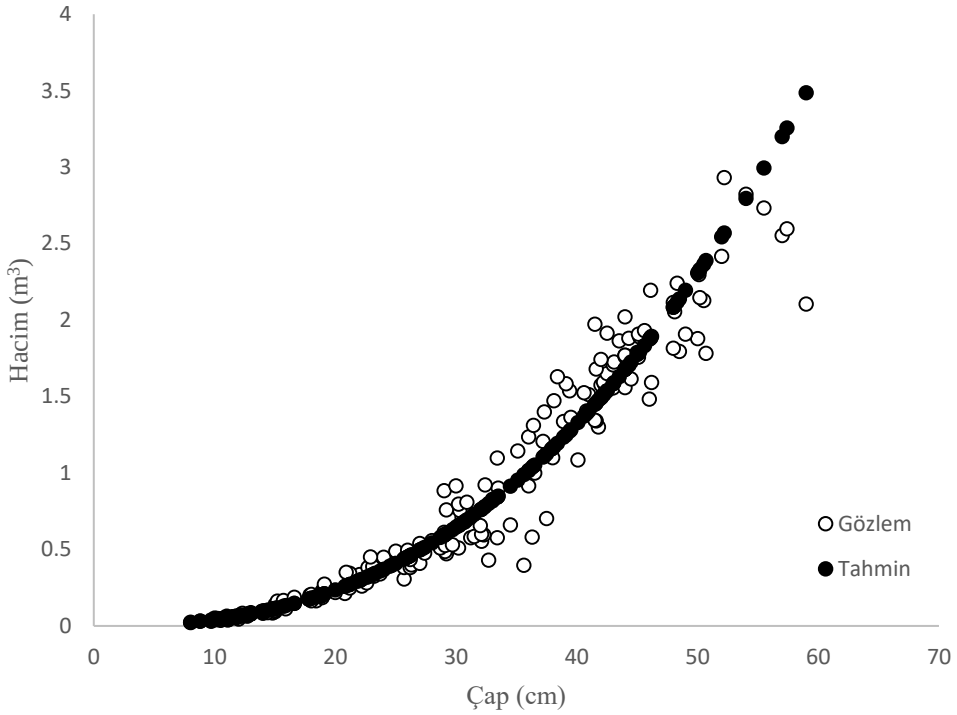
Çizelge 3.2 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütleri

Denklem No	OMH	HKOK	HKOK %	AIC	BIC	Bias	Bias %	THY	OMHY	R^2
4	0.1201	0.1803	21.1786	323.5043	325.5043	$1.249x10^{-16}$	$1.46718E^{-14}$	0.0	14.1029	0.9428
5	0.1182	0.1802	21.1666	323.6119	325.6119	$1.392x10^{-16}$	$1.6353x10^{-14}$	0.0	13.8878	0.9429
6	0.1140	0.1794	21.0741	324.4443	326.4443	$1.622x10^{-16}$	$1.9053\ x10^{-14}$	$1.76x10^{-14}$	13.3866	0.943
7	**0.1182**	**0.1981**	**23.2747**	**305.5726**	**307.5726**	**0.0034**	**0.3975**	**-0.3975**	**13.8811**	**0.9310**
8	0.1165	0.1881	22.1013	315.4019	317.4019	0.0118	1.3861	-1.3861	13.6861	0.9378
9	0.1150	0.1147	13.4680	409.5129	411.5129	0.0131	1.5360	-1.5360	13.5094	0.9769
10	0.0650	0.1068	12.5502	420.9223	293.2244	0.0003	0.0371	0.0371	7.6339	0.9800
11	**0.0609**	**0.1041**	**12.2332**	**425.7827**	**298.0848**	$\mathbf{6.8261x10^{-16}}$	$\mathbf{8.0185\ x10^{-14}}$	$\mathbf{-5.27x10^{-14}}$	**7.1573**	**0.9810**
12	0.0605	0.1023	12.0173	429.1659	301.4680	$9.1766x10^{-16}$	$1.0779\ x10^{-13}$	$-1.05x10^{-13}$	7.1052	0.9817
13	0.1430	0.1912	22.4631	310.3160	182.6181	0.0383	4.5001	4.5001	16.7977	0.9360
14	0.0626	0.1050	12.3300	424.2854	296.5874	0.0002	0.0204	0.0204	7.3490	0.9807
15	0.0577	0.1012	11.8854	431.2637	303.5657	$4.0939x10^{-16}$	$4.8091x10^{-13}$	$8.78x10^{-13}$	6.7833	0.9821
16	0.0592	0.1016	11.9386	430.4149	302.7170	$2.1770x10^{-16}$	$2.5573x10^{-13}$	$-5.27x10^{-13}$	6.9583	0.9819
17	0.0578	0.1042	12.2399	425.6786	297.9806	0.0013	0.1557	-0.15572	6.7868	0.9810
18	0.0610	0.1015	11.9264	430.6098	302.9119	$1.6646\ x10^{-15}$	$1.955\ x10^{-13}$	$-1.93x10^{-13}$	7.1639	0.9820
19	0.0580	0.1012	11.8924	431.1511	303.4532	$1.422\ x10^{-5}$	0.0017	-0.0017	6.8114	0.9821
20	0.0587	0.1014	11.9090	430.8871	303.1892	$1.8222x10^{-5}$	0.0021	-0.0021	6.8938	0.9820
21	0.0612	0.1070	12.5635	420.7209	293.0230	$8.8602\ x10^{-6}$	0.0010	-0.0010	7.1852	0.9800
22	0.0630	0.1058	12.4233	422.8536	295.1556	0.0004	0.0423	0.0423	7.3960	0.9804
23	0.0583	0.1034	12.1464	427.1366	299.4387	0.0018	0.2100	-0.2100	6.8466	0.9813
24	0.0566	0.1007	11.8287	432.1716	304.4736	0.0039	0.4557	-0.4557	6.6441	0.9823
25	0.0569	0.1017	11.9445	430.3212	302.6232	0.0035	0.4166	-0.4166	6.6854	0.9819
26	0.0569	0.1008	11.8464	431.8875	304.1895	0.0037	0.4372	-0.4372	6.6804	0.9822
27	0.0554	0.0995	11.6828	434.5294	306.8314	0.0034	0.4048	-0.4048	6.5076	0.9827
28	0.0583	0.1034	12.1464	427.1366	299.4387	0.0018	0.2100	-0.2100	6.8466	0.9813
29	0.0578	0.1042	12.2399	425.6786	297.9806	0.0013	0.1557	-0.1557	6.7868	0.9810
30	0.0580	0.1040	12.2218	425.9608	298.2628	0.0015	0.1717	-0.1717	6.8084	0.9811
31	0.0575	0.1041	12.2235	425.9344	298.2365	0.0012	0.1457	-0.1457	6.7491	0.9811
32	0.0569	0.1008	11.8464	431.8875	304.1895	0.0037	0.4372	-0.4372	6.6804	0.9822
33	0.0575	0.1007	11.8336	432.0930	304.3950	0.0037	0.4344	-0.4344	6.7537	0.9823
34	0.0583	0.1034	12.1518	427.0518	299.3538	0.0018	0.2075	-0.2075	6.8450	0.9813
35	0.0584	0.1022	12.0027	429.3977	301.6998	0.0026	0.3057	-0.3057	6.8545	0.9817
36	0.0650	0.1068	12.5502	420.9223	293.2244	0.0003	0.0371	0.0371	7.6339	0.9800

Çizelge 3.3 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütlerine ilişkin rölatif sıra değerleri

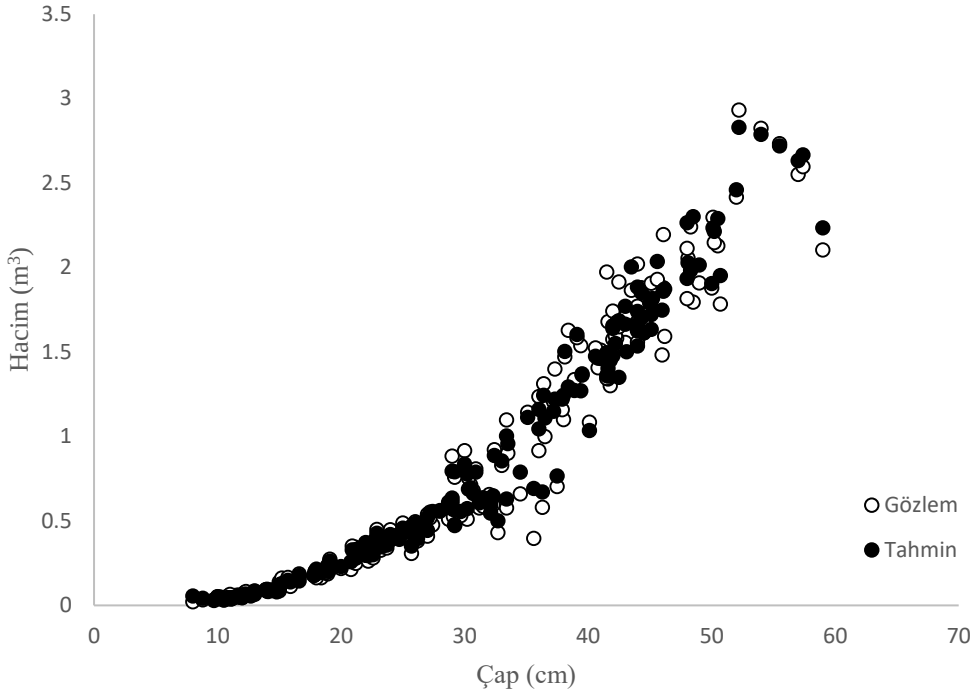
Denklem No	OMH	HKOK	HKOK%	AIC	BIC	Bias	Bias%	THY	OMHY	R^2	∑
4	6.000	4.931	4.931	1.863	1.863	1.00000	1.000	1.000	6.000	4.707	33.295
5	4.498	4.925	4.925	1.868	1.868	1.00000	1.000	1.000	4.498	4.700	30.282
6	1.000	4.878	4.878	1.908	1.908	1.00000	1.000	1.000	1.000	4.646	23.217
7	**4.452**	**6.000**	**6.000**	**1.000**	**1.000**	**2.29394**	**2.294**	**2.294**	**4.452**	**6.000**	**35.785**
8	3.091	5.402	5.402	1.473	1.473	5.51205	5.512	5.512	3.091	5.261	41.727
9	1.857	1.000	1.000	6.000	6.000	6.00000	6.000	6.000	1.857	1.000	36.714
10	3.7362	3.0115	3.0115	23.2614	23.2614	1.2063	1.2063	1.2063	3.7362	2.4275	66.0644
11	**2.5785**	**2.2764**	**2.2764**	**24.2396**	**24.2396**	**1.0000**	**1.0000**	**1.0000**	**2.5785**	**1.8940**	**63.0829**
12	2.4518	1.7757	1.7757	24.9205	24.9205	1.0000	1.0000	1.0000	2.4518	1.5384	62.8345
13	26.0000	26.0000	26.0000	1.0000	1.0000	26.0000	26.0000	26.0000	26.0000	26.0000	210.0000
14	3.0441	2.5008	2.5008	23.9382	23.9382	1.1132	1.1132	1.1132	3.0441	2.0555	64.3613
15	1.6697	1.4697	1.4697	25.3427	25.3427	1.0000	1.0000	1.0000	1.6697	1.3242	61.2884
16	2.0948	1.5931	1.5931	25.1719	25.1719	1.0000	1.0000	1.0000	2.0948	1.4103	62.1300
17	1.6782	2.2919	2.2919	24.2186	24.2186	1.8651	1.8651	1.8651	1.6782	1.9051	63.8780
18	2.5946	1.5647	1.5647	25.2111	25.2111	1.0000	1.0000	1.0000	2.5946	1.3905	63.1313
19	1.7380	1.4860	1.4860	25.3201	25.3201	1.0093	1.0093	1.0093	1.7380	1.3356	61.4515
20	1.9383	1.5244	1.5244	25.2669	25.2669	1.0119	1.0119	1.0119	1.9383	1.3623	61.8571
21	2.6461	3.0423	3.0423	23.2208	23.2208	1.0058	1.0058	1.0058	2.6461	2.4502	63.2860
22	3.1584	2.7171	2.7171	23.6501	23.6501	1.2348	1.2348	1.2348	3.1584	2.2122	64.9679
23	1.8237	2.0749	2.0749	24.5121	24.5121	2.1667	2.1667	2.1667	1.8237	1.7502	65.0718
24	1.3317	1.3383	1.3383	25.5254	25.5254	3.5316	3.5316	3.5316	1.3317	1.2329	68.2186
25	1.4318	1.6068	1.6068	25.1530	25.1530	3.3144	3.3144	3.3144	1.4318	1.4198	67.7462
26	1.4198	1.3794	1.3794	25.4683	25.4683	3.4287	3.4287	3.4287	1.4198	1.2614	68.0823
27	1.0000	1.0000	1.0000	26.0000	26.0000	3.2486	3.2486	3.2486	1.0000	1.0000	66.7457
28	1.8237	2.0749	2.0749	24.5121	24.5121	2.1667	2.1667	2.1667	1.8237	1.7502	65.0718
29	1.6782	2.2919	2.2919	24.2186	24.2186	1.8651	1.8651	1.8651	1.6782	1.9051	63.8780
30	1.7308	2.2498	2.2498	24.2754	24.2754	1.9537	1.9537	1.9537	1.7308	1.8750	64.2480
31	1.5867	2.2537	2.2537	24.2701	24.2701	1.8094	1.8094	1.8094	1.5867	1.8778	63.5272
32	1.4198	1.3794	1.3794	25.4683	25.4683	3.4287	3.4287	3.4287	1.4198	1.2614	68.0823
33	1.5979	1.3497	1.3497	25.5096	25.5096	3.4135	3.4135	3.4135	1.5979	1.2408	68.3958
34	1.8198	2.0875	2.0875	24.4950	24.4950	2.1529	2.1529	2.1529	1.8198	1.7591	65.0225
35	1.8428	1.7417	1.7417	24.9672	24.9672	2.6981	2.6981	2.6981	1.8428	1.5145	66.7121
36	3.7362	3.0115	3.0115	23.2614	23.2614	1.2063	1.2063	1.2063	3.7362	2.4275	66.0644

Şekil 3.1'de, en başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminlerinin, ağaçların göğüs çaplarına göre değişimleri görülmektedir. Bu şekil değerlendirildiğinde, genel olarak arazide ölçülen meşcere hacmindeki değişimi temsil ettiği görülmektedir.



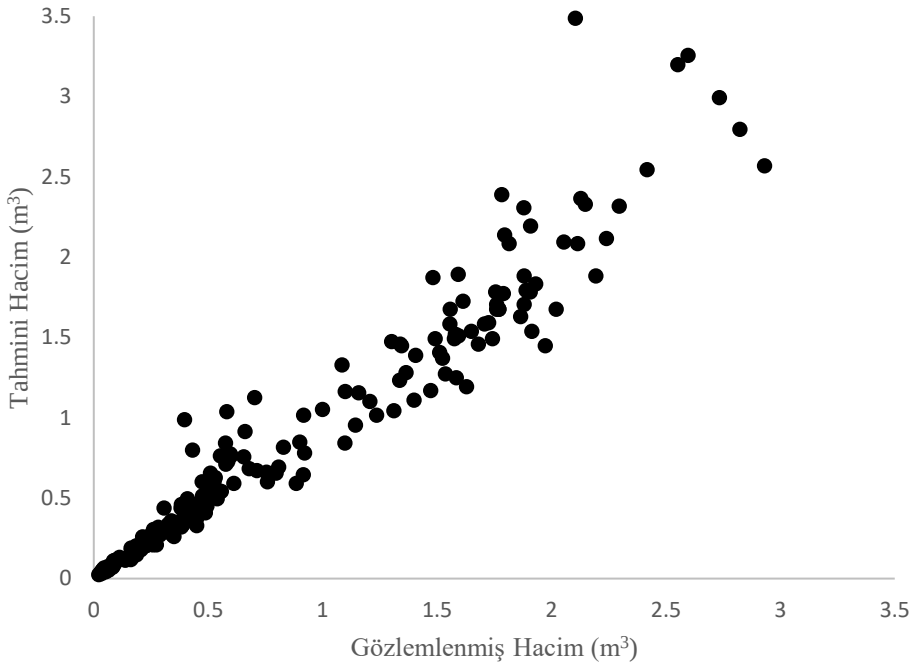
Şekil 3.1 Tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminleri ve arazide gözlemlenen hacim gelişimi

Şekil 3.2'de, en başarılı olarak belirlenen çift girişli ağaç hacim denkleminin çap ve boya göre değişimi gösterilmektedir. Bu şekil değerlendirildiğinde, hacim gelişimdeki değişimin üzerinde boy özelliğinin önemli derecede etkili olduğu görülmektedir.

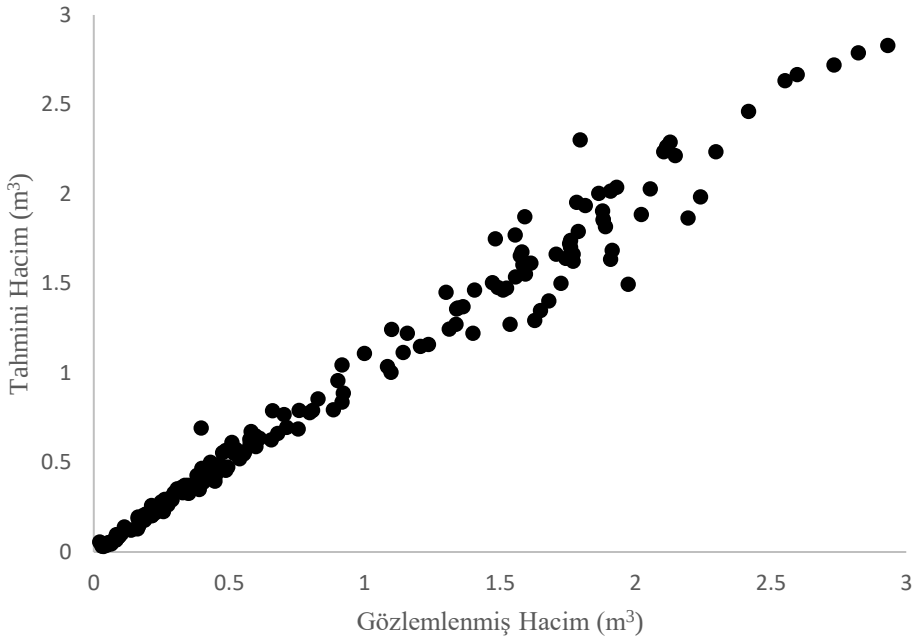


Şekil 3.2. Çift girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminlerinin değişimi

Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te, örnek ağaçları için hesaplanan hacim değerlerine göre tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri ile elde edilen tahmin değerlerinin değişimi verilmiştir. Bu şekiller değerlendirildiğinde, geliştirilen bu denklemler ile belirli bir tahmin gücüne sahip sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerine göre değişimi



Şekil 3.4. Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerine göre değişimi

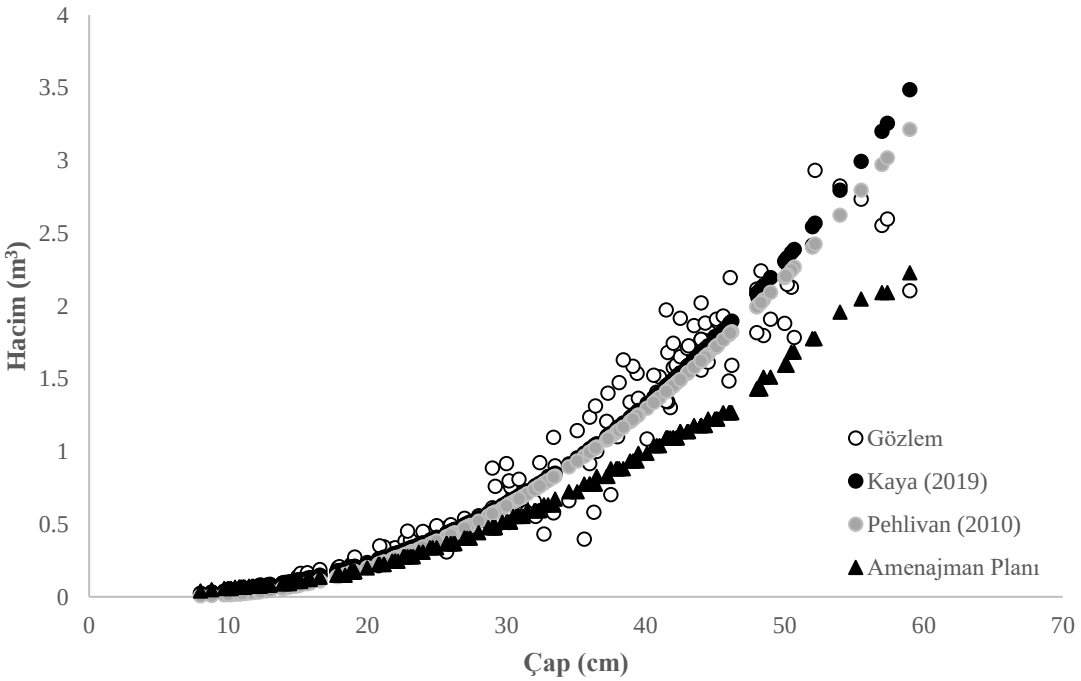
Bu çalışmada, tek ve çift girişli hacim denklemlerinin denetlenmesi için yapılan "Equivalence" testine ilişkin sonuçlar, Çizelge 3.4'de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre gözlem ile tek ve çift girişli hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerleri arasındaki ilişkinin eğim katsayısı (b1)'in 1'den ve sabit katsayının da 0.936246 m^3 (32 adet ağacın gözlem değerlerine ilişkin ortalama hacim değeri) değerinden farklı olduğuna ilişkin H_0 hipotezleri reddedilmiştir. Diğer taraftan, amenajman planındaki hacim tablosu ile elde edilen tahmini hacim değerleri ile gözlem değerleri arasındaki farklılığı temsil eden H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Böylece, bu çalışma kapsamında geliştirilen tek ve çift girişli hacim denklemlerinin, çalışma alanındaki meşcerelerin hacim tahminlerinde istatistiksel olarak % 95 güvenle kullanılabileceği sonucuna varılabilir. Bununla birlikte, amenajman planındaki hacim tablosunun ise, gerçek hacim değerlerinden farklı tahminler verdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Equivalence testi sonuçları

Hacim Tahmin Metotu	b_0 limitleri		Bootstrap b_0 limitleri			b_1 limitleri		Bootstrap b_1 limitleri		
	Alt	Üst	Alt	Üst	H_0: Eşit Değil	Alt	Üst	Alt	Üst	H_0: Eşit Değil
Tek Girişli Hacim Denklemi	0.79581	1.07668	0.86873	1.01988	Red	0.8500	1.1500	0.89517	1.13238	Red
Çift Girişli Hacim Denklemi	0.79581	1.07668	0.90293	0.97161	Red	0.8500	1.1500	0.93817	1.03283	Red
Amenajman Planı Hacim tablosu	0.79581	1.07668	0.86397	1.01389	Kabul	0.8500	1.1500	1.36111	1.65194	Kabul

Şekil 3.5'te, sarıçam da daha önce tek girişli ağaç hacim denklemi geliştirmiş Pehlivan (2010) denklemi ve bu çalışmada geliştirilen tek girişli denklem ile Başçatak Amenajman Planında yer alan hacim tablosundan elde edilen hacim değerlerine ilişkin hacim değerlerinin göğüs çapına göre değişimleri karşılaştırılmıştır. Bu grafik incelendiğinde, bu çalışmada geliştirilen tek girişli hacim denklemi ile Pehlivan (2010)'ın tek girişli hacim denkleminin, arazide gözlemlenen hacim değerlerine benzer tahminler verdiği görülmektedir. Ancak amenajman planındaki hacim tablosunun ise,

gerçek hacimlerden oldukça farklı ve hatalı (genellikle eksik) tahminler verdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 3.5. Amenajman Planı Hacim Tablosu, Pehlivan (2010) ve Kaya (2019)'un tek girişli hacim gelişimi ile gözlem değerleri arasındaki ilişki

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Başçatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sarıçam meşcerelerinden elde edilen verilere bağlı olarak tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir. Bu amaçla, Başçatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Sarıçam meşcerelerinde farklı çap ve boylarda 222 adet ağaç kesilerek, gövde boyunca çaplar ölçülmüştür. Bu ölçülen çap değerleri kullanılarak bölümleme yöntemi ile ağaçların toplam gövde hacimleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yardımıyla tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri, Regresyon Analizi yöntemi ile elde edilmiştir. Tek girişli ağaç hacim denklemi için 6 adet, çift girişli ağaç hacim denklemi için 27 adet denklem; Ortalama Mutlak Hata (OMH), Hata Kareler Ortalamansın Karekökü (HKOK), Yüzde Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK%), Ortalama Hata (Bias), Yüzde Ortalama Hata (Bias%), Belirtme Katsayısı (R^2), Toplam Hata Yüzdesi (THY), Ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY), Akaike Bilgi Ölçütü (AIC) ve Bayesian Bilgi Ölçütü (BIC) değeri olmak üzere on farklı başarı ölçütü kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu on farklı başarı ölçütünü birlikte değerlendirmek üzere Cao ve Poudel (2013)'in rölatif sıralama yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca geliştirilen ağaç hacim denklemlerinin verilerin alındığı meşcerelere uygunluğu, ormancılık literatüründe yeni bir metot olarak kullanımı önce çıkan "Equivalence" testi denetlenmiş ve geliştirilen tek ve çift girişli ağaç denklemlerinin Başçatak Orman İşletme Şefliklerindeki Sarıçam meşcerelerine uygun olduğu sonucuna varılmıştır. En başarılı olarak belirlenen tek girişli hacim denklemi kullanılarak farklı göğüs çapları için tahmin edilen hacim değerlerine ilişkin tek girişli ağaç hacim tablosu, Ek Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca, en başarılı çift girişli hacim denklemi ile farklı göğüs çapları ve boy değerleri için elde edilen hacim tahminlerine ilişkin çift girişli ağaç hacim tablosu da, Ek Çizelge 2'de verilmiştir.

En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi ve bu denkleme ilişkin başarı ölçütleri; OMH=0.1182, HKOK=0.1981, HKOK%=23.2747, AIC= 305.5726, BIC=307.5726, Bias=0.0034, Bias%=0.3975, THY=-0.3975, OMHY=13.8811 ve

R^2=0.9310 olarak hesaplanmış olup, özellikle tek ağaçların hacim gelişimindeki değişimin %93.10'u, geliştirilen bu tek girişli ağaç hacim denklemi ile tahmin edilmiştir. En başarılı olarak belirlenen çift girişli ağaç hacim denklemi ve bu denkleme ilişkin başarı ölçütleri ise OMH=0.0609, HKOK=0.1041, HKOK%=12.2332, AIC= 425.7827, BIC=298.0848, Bias=6.8261X10^{-16}, Bias%=8.0185x10^{-14}, THY=-5.27x10^{-14}, OMHY=7.1573 ve R^2=0.9810 olarak hesaplanmıştır. Geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi ile tek ağaçların hacim gelişimdeki değişkenliğin %98.10'u tahmin edilmiştir.

Geliştirilen hacim denkleminin tek bir ağacın hacim tahmininde kullanılması ile oluşacak hata yüzdesini ifade eden Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi değeri; tek girişli denklem için %13.8811 ve çift girişli denklem için ise %7.1573 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, hacim denkleminin çok sayıda ağaçta hacim tahmininde kullanılması durumundaki hata yüzdesini ifade eden toplam hata yüzdesi değeri ise tek girişli hacim denklemi için % -0.3975 ve çift girişli hacim denklemi için ise % -5.27x10^{-14} olarak hesaplanmıştır. Kalıpsız (1999)'a göre, Toplam Hata Yüzdesinin, -%1 ile +%1 arasında ve Ortalama Hata Yüzdesi değerinin ise %10 ve daha küçük olması önerilmektedir. Bu bakımdan, çalışmamızda oluşturulan tek ve çift girişli hacim denkleminin THY değeri %-1 ile %1 arasında iken, OMHY'si değeri tek girişli hacim denklemi için %10'dan fazla, çift girişli hacim denklemi için ise, % 10'un altındadır. Özellikle, ağaç hacim denklemine ilişkin çalışmalarda, göğüs çapları eşit olan ağaçlarda, boy ve gövde şekli farklılıklarının hacim üzerinde önemli değişimlere neden olması ile tek girişli hacim tablolarında önerilen ortalama mutlak hata yüzdesi değeri elde edilememektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen tek girişli ağaç hacim denklemi, hacimdeki değişimin %93.10'u tahmin edebilirken, özellikle göğüs çapına ilaveten ağaç boyunun da ölçümünü gerektiren çift girişli ağaç hacim denklemi ile hacimdeki gelişimin %98.10'u tahmin edilmiştir. Bu bakımdan, çift girişli ağaç denklemi ile yaklaşık %5'lik bir tahmin başarısında artış elde edilmiş, ayrıca tek girişli ağaç hacim denkleminin %13.8811'lik OMHY değeri, çift girişli ağaç hacim denklemi için %7.1573 olarak hesaplanmıştır. Toplam hata yüzdesi olarak da, gerek tek girişli gerekse çift girişli hacim denkleminin hata yüzdesi değerleri, 0'a yakın olarak elde edilmiştir.

Çift girişli ağaç hacim denklemlerinin, tek girişli ağaç hacim denklemlerine göre daha başarılı tahmin sonuçları, özellikle ağaçların hacim gelişiminin göğüs çapı yanında ağaç boyu ile de sıkı ilişki içinde olmaları ve göğüs çapına ilaveten ağaç boylarının da, hacim denklemlerinde bağımsız değişken olarak yer almaları ile hacim değerlerinin daha başarılı tahmin edilmeleri ile açıklanabilir. Diğer taraftan, çok sayıda yapılan hacim tahminlerinde, tek ağaç düzeyindeki artı ve eksi yöndeki hataların belirli ölçüde birbirlerini dengelemleri ile de THY değerleri, her iki hacim denklemi için 0'a yakın değerlerde hesaplanmıştır. Yavuz (1999) tarafından tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin toplam hata yüzdesinin sıfıra yakın olması, iki hacim fonksiyonun hatasız olduğu anlamına gelmediği; hacim fonksiyonları ile elde edilen tahmini hacim değerleri toplamı ile ölçülen hacim değerleri toplamı arasında bir farklılık bulunmadığı anlamını taşıdığı ifade edilmiştir. Özellikle, çok sayıdaki ağacın toplam hacim değerlerinin elde edilmesine ilişkin uygulamalarda, bu iki hacim fonksiyonunun THY bakımından önemli bir farklılık göstermemesi ile daha pratik olan tek girişli hacim fonksiyonlarının kullanılması düşünülebilir.

Ağaç hacim denklemleri ile elde edilebilen tek ağaç hacim tahminleri, orman işletmelerinin en önemli ekonomik girdisine ilişkin önemli bilgiler sağlaması yanında, orman planlamasında dikkate alınması gereken en önemli tek ağaç özelliği olarak önem taşımaktadır. Bu bakımdan, ağaç hacim tahminlerine ilişkin denklemlerin ve tablolarun geliştirilmesine ilişkin işlemler ve uygulamalar, orman mühendisliğinde özel önem verilmesi ve uzmanlaşılması gereken bir konu olmaktadır. Özellikle, ülkemizin önemli ormanlık alanları için yöresel hacim denklemlerinin geliştirilmesi, bu alanlardaki ormancılık faaliyetlerinin başarısını olumlu katkılar sağlayabilecektir. Ülkemizde başta asli ağaç türleri olmakla beraber birçok ağaç türünde hacim tabloları, ülke geneli için düzenlenmiş olup, farklı yetişme ortamları için genel geliştirilen hacim denklemleri ile yöresel hacim farklılıkları iyi bir şekilde temsil edilememekte ve aynı bölgedeki farklı bonitetlere sahip alanların bu geneli için düzenlenen ağaç hacim tabloları ile yeterli doğrulukta hacim tahminleri elde edilememektedir. Bu bakımdan, ormanlık alanların yetişme ortamı farklılıklarını daha iyi temsil edecek yöresel ağaç hacim tablolarının geliştirilmesi, tek ağaç ve meşcere düzeyinde hacim tahminlerinin daha doğru ve etkin

elde edilmesine ve başta orman amenajmanı olmak üzere ormancılık faaliyetlerinin daha başarılı ve tutarlı olmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akalp, T. 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orieantalis* Lk. Carr) ormanlarında hasılat araştırmaları. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi**,** İstanbul.

Alemdağ, Ş. 1962. Türkiye'deki kızılçam ormanlarının gelişimi, hasılat ve Amenajman esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No, 11, Ankara, 160 s.

Alemdağ, Ş. 1967. Türkiye'deki sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No, 20, Ankara, 160 s.

Asan, Ü. 1984. Kazdağı Göknarı ormanlarının hasılat ve amenajman esasları üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No, 3205, O.F. Yayın No, 365, Taş Matbaası, İstanbul, 207 s.

Asan, Ü. 2000. Ulusal orman envanteri kavramı ve Türkiye'deki durumu. T.C. Orman Bakanlığı, Teknik Bülten, Yıl 1, Sayı,2, 2000.

Bayburtlu, Ş. 2007. Titrek kavak hacim ve bonitet endeks tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Birler, A. S. ve Yüksel, Y. 1983. Sahil çamı ağaçlandırma meşçerelerinde hasılat araştırması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayınları, No,25.

Durkaya, B. 2004. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)-uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)-doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) karışık meşçerelerinde artım-büyüme ilişkileri. Doktora tezi, Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın

Eraslan, İ. 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 132, 250s. İstanbul.

Ercanlı, İ., Güvendi, E., Güney, D., Günlü, A. ve Altun, L. 2008. Sinop Yöresi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarına ilişkin tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 8 (1); 14-25.

Erkin, K. 1956. Seben mıntıkası sarıçamları hacim eğrisine ait tamamlayıcı etütler. İstanbul Orman Fakültesi Dergisi, A6 (2); 243-263

Evcimen, B. S. 1963. Türkiye Sedir ormanlarının ekonomik önemi, hasılatı ve amenajman esasları. O.G.M. Yayınları, 355, 16, Ankara.

Fırat, F. ve Kalıpsız A. 1963. Tarsus-Karabucak ormanları için *Eucalyptus camaldulensis* ağaç hacım tablosu. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 18, Sayı 1, İstanbul.

Fırat, F. 1973. Dendrometri. IV. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, İ. Ü Yayın No, 1800, O. Yayın No, 193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Gülen, İ. 1959, Karaçam Hacim Tablosu, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, A9 (1); 97-112.

Kahriman, A. Sönmez, T., Şahin, A. 2017. Antalya ve Mersin Yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim tabloları. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(1); 9-22.

Kalıpsız, A. 1962, Değişikyaşlı Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 339/7, 112s. İstanbul.

Kalıpsız, A. 1963. Türkiye'de Karaçam meşcerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. O.G.M. Yayını, İstanbul, 141 s.

Kalıpsız, A. 1984, Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No, 3194, O.F. Yayın No, 354, İstanbul, 407 s.

Kalıpsız, A. 1999, Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No,3194/354, İstanbul.

Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U. ve Mısır, N. 2002. Kestane meşcerelerinin hasılatı ve amenajman esasları. TÜBİTAK TOGTAG-TARP 2229 nolu Proje, Sonuç Raporu

Kapucu, F. 2004, Orman amenajmanı. KTÜ Orman Fakültesi Yay No, 215 / 33, ISBN-975-6983-35-3, 514 sayfa

Loetsch, F., Zöhrer, F. ve Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume II, BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien, München, 469 s.

Miraboğlu, M. 1955. Göknarlarda şekil ve hacım araştırmaları. T.C. Ziraat Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü, Neşriyat Sıra No,188, Seri No, 5, Yenilik Basımevi, İstanbul, 103 s

Ölmez, K. 2018. Sarıçam ağaçları (Pinus sylvestris L.) için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi (Bozalan ve Çubuk yöresi örneği). Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 41 s.

Özçelik, R., Çevlik, M. 2017. Batı Akdeniz yöresi doğal sedir meşcereleri için hacim denklemleri. Turkish Journal of Forestry, 18 (1): 37-48.

Özdemir, G. 2018. Karabük yöresi kayın-göknar karışık meşcerelerinde gövde çaplarının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 101 s.

Özkurt, A. 2000, Okaliptüs (Eucalyptus grandis W.Hill ex. Maiden) İçin Hacim Tablosu, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 6, 87-106.

Pehlivan, S. 2010. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 48 s.

Poudel, K. P., Cao, Q. V. 2013. Evaluation of methods to predict Weibull parameters for characterizing diameter distributions. Forest Science, 59 (2): 243-252.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing,Vienna, Austria.

Robinson, A. P. and Froese, R.E. 2004. Model validation using equivalence tests. Ecological Modelling, 176 (3-4); 349-358.

Robinson, A. P., Duursma, R.A. and Marshall, J.D. 2005 A regression-based equivalence test for model validation: shifting the burden of proof. Tree physiology, 25 (7); 903-913.

Sakıcı, O. E., Yavuz, H., 2003. Ilgaz Dağı Göknar Meşcereleri İçin Hacim Fonksiyonları. Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:3, No:2, s.219-232.

Sakıcı, O. E., Sağlam, F., Seki, M. 2018. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri. Turkish Journal of Forestry, 19 (1): 20-29

Saraçoğlu, Ö. 1988, Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, İstanbul.

Saraçoğlu, N. 1998. Kızılagaç (Alnus glutinosa Gaertn subsp. barbata (C.A. Mey.) Yalt.) Gövde Hacim Tablosu, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22, 215-225

SPSS Institute Inc. 2006. SPSS Base 12.0User's Guide, 680 s.

Şentürk, N. 1997. Dişbudak (*Fraxinus angustifolia Wahl. subps. Oxycarpa (Bieb. ExWilld.)* Franco&RochaAfonso) gövde hacim ve ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şenyurt, M. 2011. Batı Karadeniz yöresi Sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210s.

Yavuz, H. 1995. Uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri. KTÜ Orman Fakültesi Bahar yarıyılı seminerleri, Fakülte Yayın No:49, 101-106.

Yavuz, H. ve Saraçoğlu, N. 1999. Kızılağaç için uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri. Turkısh Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek Sayı 5, 1275-1282.

Yavuz, H, Gul A U, Mısır N, Ozcelik R. ve Sakıcı O. E. 2002. Meşcerelerde çap dağılımlarının düzenlenmesi ve bu dağılımlara ilişkin parametreler ile çeşitli meşcere öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Orman Amenajman'ında Yeni Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İstanbul, 203-212

Yeşil, A. 1992, Değişik Sıklık ve Bonitetteki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

EK

Ek 1. Başçatak yöresi Sarıçam için tek girişli ağaç hacim Tablosu

Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m^3)	Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m^3)
8	0.02382	35	0.94724
9	0.03196	36	1.01623
10	0.04157	37	1.08814
11	0.05273	38	1.16302
12	0.06552	39	1.24090
13	0.08000	40	1.32183
14	0.09626	41	1.40584
15	0.11434	42	1.49298
16	0.13432	43	1.58327
17	0.15626	44	1.67675
18	0.18022	45	1.77347
19	0.20625	46	1.87346
20	0.23441	47	1.97675
21	0.26476	48	2.08338
22	0.29735	49	2.19338
23	0.33223	50	2.30680
24	0.36946	51	2.42365
25	0.40908	52	2.54399
26	0.45114	53	2.66783
27	0.49570	54	2.79522
28	0.54279	55	2.92618
29	0.59246	56	3.06076
30	0.64476	57	3.19898
31	0.69974	58	3.34087
32	0.75743	59	3.48647
33	0.81789	60	3.63580
34	0.88114		

Ek 2. Başçatak yöresi Sarıçam için çift girişli ağaç hacim tablosu

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)														
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
6	0.05163	0.03634	0.03091	0.03222											
7	0.05346	0.03866	0.03378	0.03569	0.04239										
8	0.05530	0.04098	0.03664	0.03915	0.04652										
9	0.05713	0.04330	0.03950	0.04262	0.05064	0.06225									
10	0.05896	0.04562	0.04237	0.04608	0.05476	0.06708	0.08215	0.09932							
11	0.06079	0.04794	0.04523	0.04955	0.05889	0.07192	0.08776	0.10577	0.12550						
12	0.06263	0.05025	0.04809	0.05301	0.06301	0.07676	0.09337	0.11221	0.13283	0.15490	0.17820				
13	0.06446	0.05257	0.05096	0.05648	0.06713	0.08160	0.09899	0.11865	0.14016	0.16318	0.18748	0.21289			
14	0.06629	0.05489	0.05382	0.05994	0.07126	0.08644	0.10460	0.12510	0.14749	0.17146	0.19676	0.22322	0.25072		
15	0.06813	0.05721	0.05669	0.06341	0.07538	0.09128	0.11021	0.13154	0.15482	0.17973	0.20604	0.23356	0.26217	0.29177	
16	0.06996	0.05953	0.05955	0.06687	0.07950	0.09612	0.11582	0.13798	0.16215	0.18801	0.21532	0.24390	0.27363	0.30440	
17	0.07179	0.06185	0.06241	0.07034	0.08363	0.10096	0.12144	0.14443	0.16948	0.19628	0.22459	0.25424	0.28508	0.31703	0.35000
18	0.07362	0.06417	0.06528	0.07380	0.08775	0.10580	0.12705	0.15087	0.17681	0.20456	0.23387	0.26457	0.29654	0.32966	0.36386
19	0.07546	0.06649	0.06814	0.07727	0.09188	0.11064	0.13266	0.15731	0.18414	0.21284	0.24315	0.27491	0.30799	0.34229	0.37772
20		0.06881	0.07100	0.08073	0.09600	0.11548	0.13827	0.16375	0.19147	0.22111	0.25243	0.28525	0.31944	0.35491	0.39158
21		0.07113	0.07387	0.08420	0.10012	0.12032	0.14389	0.17020	0.19881	0.22939	0.26171	0.29559	0.33090	0.36754	0.40544
22			0.07673	0.08766	0.10425	0.12516	0.14950	0.17664	0.20614	0.23766	0.27098	0.30593	0.34235	0.38017	0.41930
23			0.07959	0.09113	0.10837	0.13000	0.15511	0.18308	0.21347	0.24594	0.28026	0.31626	0.35381	0.39280	0.43316
24				0.09459	0.11249	0.13484	0.16072	0.18953	0.22080	0.25421	0.28954	0.32660	0.36526	0.40543	0.44702
25					0.11662	0.13968	0.16634	0.19597	0.22813	0.26249	0.29882	0.33694	0.37672	0.41806	0.46088
26						0.14452	0.17195	0.20241	0.23546	0.27077	0.30810	0.34728	0.38817	0.43069	0.47474
27							0.17756	0.20886	0.24279	0.27904	0.31737	0.35761	0.39963	0.44331	0.48860
28								0.21530	0.25012	0.28732	0.32665	0.36795	0.41108	0.45594	0.50246
29									0.25745	0.29559	0.33593	0.37829	0.42253	0.46857	0.51632
30									0.26478	0.30387	0.34521	0.38863	0.43399	0.48120	0.53018

Ek-Tablo 2'in devamı. Başçatak yöresi Sarıçam için çift girişli ağaç hacim tablosu

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)														
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
10	0.27791	0.30336	0.32931												
11	0.29306	0.31986	0.34721	0.37508	0.40347										
12	0.30821	0.33635	0.36511	0.39444	0.42435	0.45480	0.48579	0.51732							
13	0.32336	0.35285	0.38300	0.41380	0.44522	0.47725	0.50988	0.54309	0.57690	0.61129	0.64626				
14	0.33851	0.36934	0.40090	0.43316	0.46610	0.49970	0.53396	0.56887	0.60442	0.64061	0.67744				
15	0.35365	0.38584	0.41880	0.45252	0.48697	0.52215	0.55804	0.59464	0.63194	0.66994	0.70863	0.74802			
16	0.36880	0.40233	0.43670	0.47187	0.50785	0.54460	0.58212	0.62041	0.65946	0.69926	0.73981	0.78112			
17	0.38395	0.41882	0.45459	0.49123	0.52872	0.56705	0.60621	0.64618	0.68698	0.72858	0.77100	0.81423	0.85826		
18	0.39910	0.43532	0.47249	0.51059	0.54960	0.58950	0.63029	0.67196	0.71450	0.75790	0.80218	0.84733	0.89334	0.94023	
19	0.41425	0.45181	0.49039	0.52995	0.57047	0.61195	0.65437	0.69773	0.74201	0.78723	0.83337	0.88043	0.92842	0.97734	1.02719
20	0.42940	0.46831	0.50829	0.54931	0.59135	0.63440	0.67846	0.72350	0.76953	0.81655	0.86455	0.91353	0.96350	1.01445	1.06639
21	0.44454	0.48480	0.52618	0.56866	0.61223	0.65685	0.70254	0.74927	0.79705	0.84587	0.89574	0.94664	0.99858	1.05156	1.10559
22	0.45969	0.50130	0.54408	0.58802	0.63310	0.67930	0.72662	0.77505	0.82457	0.87520	0.92692	0.97974	1.03366	1.08868	1.14479
23	0.47484	0.51779	0.56198	0.60738	0.65398	0.70176	0.75070	0.80082	0.85209	0.90452	0.95811	1.01284	1.06874	1.12579	1.18400
24	0.48999	0.53428	0.57988	0.62674	0.67485	0.72421	0.77479	0.82659	0.87961	0.93384	0.98929	1.04595	1.10382	1.16290	1.22320
25		0.55078	0.59777	0.64610	0.69573	0.74666	0.79887	0.85236	0.90713	0.96317	1.02047	1.07905	1.13890	1.20001	1.26240
26		0.56727	0.61567	0.66545	0.71660	0.76911	0.82295	0.87814	0.93465	0.99249	1.05166	1.11215	1.17398	1.23713	1.30160
27			0.63357	0.68481	0.73748	0.79156	0.84704	0.90391	0.96217	1.02181	1.08284	1.14526	1.20905	1.27424	1.34081
28				0.70417	0.75836	0.81401	0.87112	0.92968	0.98969	1.05114	1.11403	1.17836	1.24413	1.31135	1.38001
29						0.83646	0.89520	0.95545	1.01721	1.08046	1.14521	1.21146	1.27921	1.34846	1.41921
30							0.91929	0.98123	1.04473	1.10978	1.17640	1.24457	1.31429	1.38557	1.45842

Ek-Tablo 2'in devamı. Başçatak yöresi Sarıçam için çift girişli ağaç hacim tablosu

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)														
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
14	0.87121	0.91190	0.95323												
15	0.91256	0.95545	0.99905	1.04336	1.08838	1.13411	1.18057	1.22775							
16	0.95391	0.99901	1.04487	1.09149	1.13889	1.18706	1.23601	1.28573	1.33624	1.38754	1.43962				
17	0.99526	1.04256	1.09069	1.13963	1.18941	1.24001	1.29145	1.34372	1.39684	1.45079	1.50560	1.56125			
18	1.03661	1.08612	1.13650	1.18777	1.23992	1.29296	1.34689	1.40171	1.45743	1.51405	1.57158	1.63001	1.68935		
19	1.07796	1.12967	1.18232	1.23591	1.29043	1.34591	1.40233	1.45970	1.51803	1.57731	1.63755	1.69876	1.76094	1.82408	1.88820
20	1.11931	1.17323	1.22814	1.28404	1.34095	1.39885	1.45777	1.51769	1.57862	1.64057	1.70353	1.76752	1.83253	1.89856	1.96563
21	1.16066	1.21678	1.27396	1.33218	1.39146	1.45180	1.51321	1.57567	1.63921	1.70382	1.76951	1.83627	1.90412	1.97304	2.04306
22	1.20201	1.26034	1.31977	1.38032	1.44198	1.50475	1.56864	1.63366	1.69981	1.76708	1.83549	1.90503	1.97571	2.04753	2.12049
23	1.24336	1.30389	1.36559	1.42845	1.49249	1.55770	1.62408	1.69165	1.76040	1.83034	1.90146	1.97378	2.04730	2.12201	2.19792
24	1.28471	1.34745	1.41141	1.47659	1.54300	1.61065	1.67952	1.74964	1.82099	1.89359	1.96744	2.04254	2.11889	2.19649	2.27535
25	1.32607	1.39101	1.45723	1.52473	1.59352	1.66359	1.73496	1.80763	1.88159	1.95685	2.03342	2.11129	2.19048	2.27097	2.35279
26	1.36742	1.43456	1.50304	1.57287	1.64403	1.71654	1.79040	1.86561	1.94218	2.02011	2.09939	2.18005	2.26207	2.34546	2.43022
27	1.40877	1.47812	1.54886	1.62100	1.69454	1.76949	1.84584	1.92360	2.00278	2.08336	2.16537	2.24880	2.33366	2.41994	2.50765
28	1.45012	1.52167	1.59468	1.66914	1.74506	1.82244	1.90128	1.98159	2.06337	2.14662	2.23135	2.31756	2.40525	2.49442	2.58508
29	1.49147	1.56523	1.64050	1.71728	1.79557	1.87539	1.95672	2.03958	2.12396	2.20988	2.29733	2.38631	2.47684	2.56890	2.66251
30	1.53282	1.60878	1.68631	1.76541	1.84609	1.92833	2.01216	2.09757	2.18456	2.27313	2.36330	2.45507	2.54843	2.64338	2.73995

Ek-Tablo 2'in devamı. Başçatak yöresi Sarıçam için çift girişli ağaç hacim tablosu

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)							
	53	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
6	0.90759	0.93382	0.96030	0.98701	1.01396	1.04116	1.06860	1.09629
7	0.98803	1.01733	1.04692	1.07681	1.10700	1.13749	1.16828	1.19938
8	1.06846	1.10083	1.13354	1.16661	1.20004	1.23382	1.26796	1.30247
9	1.14890	1.18433	1.22017	1.25641	1.29307	1.33015	1.36764	1.40556
10	1.22934	1.26783	1.30679	1.34622	1.38611	1.42648	1.46733	1.50865
11	1.30978	1.35134	1.39342	1.43602	1.47915	1.52281	1.56701	1.61174
12	1.39022	1.43484	1.48004	1.52582	1.57219	1.61914	1.66669	1.71483
13	1.47066	1.51834	1.56666	1.61562	1.66523	1.71548	1.76637	1.81792
14	1.55109	1.60184	1.65329	1.70543	1.75827	1.81181	1.86605	1.92100
15	1.63153	1.68535	1.73991	1.79523	1.85131	1.90814	1.96574	2.02409
16	1.71197	1.76885	1.82654	1.88503	1.94434	2.00447	2.06542	2.12718
17	1.79241	1.85235	1.91316	1.97483	2.03738	2.10080	2.16510	2.23027
18	1.87285	1.93585	1.99978	2.06464	2.13042	2.19713	2.26478	2.33336
19	1.95329	2.01936	2.08641	2.15444	2.22346	2.29347	2.36446	2.43645
20	2.03373	2.10286	2.17303	2.24424	2.31650	2.38980	2.46414	2.53954
21	2.11416	2.18636	2.25965	2.33404	2.40954	2.48613	2.56383	2.64263
22	2.19460	2.26986	2.34628	2.42385	2.50257	2.58246	2.66351	2.74572
23	2.27504	2.35337	2.43290	2.51365	2.59561	2.67879	2.76319	2.84881
24	2.35548	2.43687	2.51953	2.60345	2.68865	2.77512	2.86287	2.95190
25	2.43592	2.52037	2.60615	2.69325	2.78169	2.87145	2.96255	3.05499
26	2.51636	2.60387	2.69277	2.78306	2.87473	2.96779	3.06224	3.15808
27	2.59680	2.68738	2.77940	2.87286	2.96777	3.06412	3.16192	3.26117
28	2.67723	2.77088	2.86602	2.96266	3.06080	3.16045	3.26160	3.36426
29	2.75767	2.85438	2.95265	3.05246	3.15384	3.25678	3.36128	3.46735
30	2.83811	2.93789	3.03927	3.14227	3.24688	3.35311	3.46096	3.57044

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Onur KAYA
Doğum Yeri	: Kayseri
Doğum Tarihi	: 11.11.1979
Medeni Hali	: Evli
Yabancı Dili	: İngilizce
Adres	: Akdağmadeni Orman İşlt. Müdürlüğü Akdağmadeni/YOZGAT
Tel	: 0 543 798 24 77
E-posta	: onurkaya_eng@hotmail.com.tr

Eğitim Durumu

Lise	: Kayseri Kocasina Anadolu Lisesi(1994-1997)
Lisans	: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi (1998-2002)
Yüksek Lisans	: Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı (2019-)

Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl

1. Özel Sektörde Muhtelif Firmalar 2003-2010
2. Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü Başçatak Orman İşletme Şefi Yozgat 2011-2016
3. Akdağmadeni Orman İşletme Müdürlüğü Çulhalı Orman İşletme Şefi Yozgat 2016-