

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YOZGAT ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ SINIRLARI İÇERİSİNDE
YAYILIŞ GÖSTEREN KARAÇAM [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*
(Lamb.) Holmboe] MEŞCERELERİ İÇİN TEK VE ÇİFT GİRİŞLİ AĞAÇ
HACİM DENKLEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Tuğçe ÖZDAL

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2014**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Tuğçe ÖZDAL tarafından hazırlanan “Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçerisinde Yayılış Gösteren Karaçam [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Meşcereleri için Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. İlker ERCANLI

Jüri Üyeleri :

Başkan : Yrd. Doç. Dr. İlker ERCANLI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Muammer ŞENYURT

Üye :Yrd. Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YOZGAT ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ SINIRLARI İÇERİSİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ANADOLU KARAÇAMI [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] MEŞCERELERİ İÇİN TEK VE ÇİFT GİRİŞLİ AĞAÇ HACİM DENKLEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Tuğçe ÖZDAL

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker ERCANLI

Orman İşlemlerinde sermayenin büyük bir kısmını dikili ağaç hacmi oluşturmakta olup, ormanların hacmini tahmin etmede yaygın bir biçimde kullanılan ağaç hacim denklemleri ve tabloları, orman işletmeciliğinde büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü, Yozgat Orman İşletme Şefliği'nde yayılış gösteren Karaçam [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ağaçları için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir. Tek girişli hacim denklemleri için 6 ve çift girişli ağaç hacim denklemleri için ise 27 farklı fonksiyon, belirtme katsayısı, standart hata, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi olmak üzere farklı 6 adet başarı ölçütüne göre karşılaştırılmıştır. En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi, %91.5'lik bir model açıklayıcılığına sahip iken, çift girişli ağaç hacim denklemi ise tek ağaçların hacimdeki değişkenliğin %92.4'lük kısmını tahmin edebilmektedir. En başarılı denklem olarak belirlenen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri çalışmaya konu bölgedeki Karaçam ağaçları için uygunluğu bağımsız bir veri grubu ile test edilerek $p < 0.05$ önem düzeyi uygun olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri, istatistiki olarak başarılı olup, ayrıca Yozgat yöresindeki karaçam ağaçlarının hacminin başarı ile tahmin edilmesine imkan sağlamaktadır. Ülkemizde Karaçam'ın yayılış gösterdiği ormanlar için lokal olarak geliştirilecek tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri, bu alanlar için ağaç servetinin daha doğru tahmin edilmesini sağlayacaktır.

2014, 40 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri, karaçam, ağaç serveti.

ABSTRACT

MSc. Thesis

DEVELOPING SINGLE AND DOUBLE TREE VOLUME EQUATIONS FOR CRIMEAN PINE [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] IN YOZGAT FOREST DISTRICT ENTERPRISE

Tuğçe ÖZDAL

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İlker ERCANLI

Individual tree standing volume composed most significant part of forest capital in forest enterprise and the tree volume equations and tables which can be commonly used for predicting tree volume is important to forest management practices.

In this study, the single and double entry volume equations were developed for Crimean Pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] trees located in Yozgat Forest District Directorate. The six functions for single entry volume equations and twenty-seven functions for double entry volume equations were compared by using six fitting performance criteria, i. e. standard deviation of residuals, average residuals or bias, average absolute residuals, total error percentage, absolute mean error percentage and coefficient of determination. In comparisons including some statistical indices, single entry volume equation with 91.5 % of the coefficient of determination and double entry volume equation with 92.4 % of the coefficient of determination were found to produce the most satisfactory fits than other equation. The best predictive single and double entry volume equations were decided to be appropriate at 0.05 significant level for the studied Crimean pine trees by testing independent data.

The single and double entry volume equations developed in this study are statistically successful and provide accomplished volume predictions for Crimean pine trees located in Yozgat forests. The local single and double entry volume equations developed for Crimean pine forests in Turkey can provide more accurate predictions for tree volume.

2014, 40 pages

Key Words: The single and double entry volume equations, crimean pine, tree volume.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü Sınırları İçerisinde Yayılış Gösteren Anadolu Karaçam [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Meşcereleri 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, büyük bir sabırla ve anlayışla yardımcı olan, bilgi ve tecrübesinden sıkça yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. İlker ERCANLI 'ya, Yrd. Doç. Dr. Muammer ŞENYURT'a, Yrd.Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN'a sonsuz teşekkür ederim. Katkılarıyla çalışmalarına destek olan Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Yrd. Doç. Dr. Yafes YILDIZ hocama, Yozgat Orman İşletme Müdürü Turgut DURAN' a, Yozgat Orman İşletme Müdür Yardımcısı Ahmet SÜLBÜ'ye, Yozgat Orman İşletme Şefi Murat METİN'e ve Yozgat Orman Ağaçlandırma Şefi Yunus ÜNAL'a teşekkürlerimi sunarım. Arazi çalışmalarım sırasında yardımını esirgemeyen Orman Muhafaza Memuru İskender YANAR' a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Son olarak bütün hayatım boyunca beni hem maddi hem de manevi olarak destekleyen, her anımda tereddüt etmeden yanımda olan Annem 'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Tuğçe ÖZDAL

Çankırı, Ağustos 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ.....	1
1.2 Karaçam Hakkında Genel Bilgiler	3
1.2.1 Karaçam doğal yayılışı	3
1.2.2 Karaçamın botanik özellikleri.....	5
1.2.3 Karaçamın silvikültürel ve ekolojik özellikleri.....	5
1.2.4 Amenajman esasları.....	7
1.2.5 Odununun kullanım alanları	8
1.2.6 Karaçam türüne ilişkin literatür özeti.....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.1 Örnek Ağaçların Seçimi ve Yapılan Ölçümler	9
2.2 Yöntem	14
2.2.1 Ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi	14
3. BULGULAR.....	20
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	29
KAYNAKLAR	32
EK.....	36
Ek 1 Yozgat Yöresi Karaçam İçin Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosu	36
Ek 2 Yozgat Yöresi Karaçam İçin Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu	37
ÖZGEÇMİŞ	40

SİMGELER DİZİNİ

m	: Metre
mm	: Milimetre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
ha	: Hektar
Σ	: Toplam
Π	: Pi
d	: Göğüs çapı
h	: Ağaç boyu
V	: Gövde hacmi
Log	: 10 tabanında logaritma
b ₀ ,b ₁ ,...	: Denklem katsayıları
R ²	: Belirtme katsayısı
S _{y,x}	: Tahmini standart hata
N	: Veri sayısı
p	: Parametre sayısı
TH	: Toplam hata
OMH	: Ortalama mutlak hata

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Karaçam'ın doğal yayılışı.....	4
Şekil 2.1	Çalışma alanlarının coğrafik konumu.....	10
Şekil 2.2	Arazi çalışmalarından görüntüler.....	11
Şekil 2.3	Ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I) ve denetiminde (II) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi.....	13
Şekil 3.1	Tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminleri ve arazide gözlemlenen hacim gelişimi.....	24
Şekil 3.2	Çift girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminlerinin değişimi.....	25
Şekil 3.3	Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin hata değerlerinin tahmin değerlerine göre değişim.....	26
Şekil 3.4	Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin hata değerlerinin tahmin değerlerine göre değişimi.....	26
Şekil 3.5	Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerinin gözlem değerlerine göre değişimi.....	27
Şekil 3.6	Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerinin gözlem değerlerine göre değişimi.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler.....	12
Çizelge 2.2 Modellemede ve modellerin denetiminde kullanılan verilerin çap ve boy sınıflarına dağılımı.....	12
Çizelge 3.1 Kullanılan tek ve çift girişli denklemlere ilişkin parametre tahminleri...	22
Çizelge 3.2 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütleri.....	23

1.GİRİŞ

Ormanların sunduğu temel ürünlerden birisi olan ve orman işletmelerinin sermayesinin büyük bir kısmını oluşturan ağaç serveti, bir orman işletmesinin temel girdisi ve orman işletmesinin var oluşunu ortaya koyan temel öğedir (Yavuz 1999, Kapucu 2004). Özellikle orman işletmelerini optimal bir şekilde devamlı kılmamanın temel unsurlarından birisi de, ormanların sahip olduğu toplam hacmini doğru ve etkin bir şekilde tahmin etmektir (Loetschet *al.* 1973). Ayrıca bir orman alanının odun üretimi dışındaki işlevlerini yerini getirebilmesi için belli bir düzeyde ağaç servetinin bulunması zorunludur (Kapucu 2004).

Bir ormanda mevcut ağaç servetinin tahmini, orman amenajman planlarının hazırlanması ve üretimin planlanması açısından önem taşımaktadır. Çünkü bu planların hazırlanmasında, bir ormanı oluşturan çeşitli yapı ve kuruluştaki meşcerenin sahip olduğu ağaç servetine ilişkin bilgiler, temel altlıklardan birisidir (Fırat 1973, Kalıpsız 1999). Bunun yanında, ormanlardan sürekli olarak yararlanmayı hedef alan bu planların hazırlanması ve uygulanmasında temeli oluşturan orman envanterinin gerçekleştirilebilmesi için meşcerelerin bugünkü yapısı ve dinamiği hakkında çok sayıda veri toplanması gerekmektedir. Envanter çalışmalarıyla meşcere hacminin belirlenmesinde, pratik olmaları da göz önünde bulundurulacak olursa, en büyük yardımcı ağaç hacim tablolarıdır (Saraçoğlu 1988).

Orman işletmelerinde, işletme sermayesinin büyük bir kısmını ağaç serveti oluşturmakta ve orman envanteri çalışmalarında giderlerin önemli bir kısmı bu servetin (hacim ve hacim artımının envanteri) tahmin edilmesine harcanmaktadır. Bu nedenle tek ağaç ve meşcere hacminin doğru tahmini, ormancuların temel görevleri arasındadır (Yavuz 1995). Orman yöneticileri ve araştırmacılar; dikili ağaçların veya hasat edilmiş ağaçların hacim tahminleri için basit, fakat doğruluğu yüksek metotlara ihtiyaç duymaktadır. Ağaç serveti meşceredeki her bir ağacın hacimleri toplamından oluşmaktadır. Tüm ağaç gövdeleri silindir, parabolit, koni ve nayloit gibi bilinen geometrik şekillere tamolarak benzemediğinden analitik yöntemlerle ağaç hacmini

doğrudan hesaplamak mümkün olmamaktadır. Buna karşın ağaç hacmini belirli bir hata miktarı ile tahmin eden pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılan ise “Ağaç Hacim Tabloları” yöntemidir (Yavuz ve Sakıcı 2002).

Ağaç hacim tabloları, dikili ağaçların çeşitli boyutlarının fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren tablolardır (Kalıpsız 1999). Ağaç hacim tabloları, nispeten ölçümü kolay olan ağaç özellikleri (göğüs çapı ve ağaç boyu) yardımı ile doğrudan ölçümü çok zor olan ağaç hacminin belirlenmesinde kullanılan ve çap-boy-hacim ilişkisini gösteren regresyon denklemlerinden türetilen tablolardır (Bozkuş ve Carus 1997). Yalnız göğüs çapına göre düzenlendiklerinde “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna göre düzenlendiklerinde “Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna ek olarak ağaç boyunun belirli bir oranına (örneğin % 30) karşılık gelen yükseklikteki gövde çapı ya da yerden 7 metre yüksekliğindeki gövde çapı gibi üç ya da daha çok değişkene göre düzenlendiklerinde ise “Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları” olarak isimlendirilmektedirler. Geçerli oldukları alanın büyüklüğüne göre de “Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Tabloları”, “Bölgesel Ağaç Hacim Tabloları” ve “Genel Ağaç Hacim Tabloları” olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Kapucu vd. 2002). Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde temel amaç, ağaçların göğüs çapı ve boyu gibi kolay ölçülebilen boyutları ile hacim arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve bu ilişkiye bağlı olarak ağaç hacminin tahmin edilmesidir (Kapucu vd. 2002).

Tek ağaçların boyutlarına göre ortalama hacmini veren ağaç hacim tabloları, 19. yüzyılın başlarından beri kullanılmaktadır. İlk hacim tablosunu 1804 yılında kayın için düzenleyen araştırmacının H.Von Cotta olduğu bilinmektedir. Cotta'nın konu ile görüşü özetle, ‘Bir ağacın hacmi;çapı,boyu ve şekline bağlıdır. Bir ağacın hacmi tam olarak belirlenmiş ise bu hacim benzer çap, boy ve şekilde olan bütün ağaçlar için geçerlidir.’ biçiminde belirtmiştir. (Meyer 1953, Peters 1971). Almanya’da ilk geliştirilen ağaç hacim tabloları, satılabilirliğin alt sınırı olan 7 cm çapın üzerindeki ağaçların dallarıyla birlikte toplam ağaç hacmini veren tablolar biçimindedir (Laar and Akça 2007).

Ülkemizde ise, her bir planlama birimi ve genellikle asli ağaç türleri için tek girişli ağaç hacim tabloları düzenlenmiş ve ilgili amenajman planlarında bu tablolar verilmiştir. Ayrıca Meşe (Eraslan 1954), Sarıçam (Erkin 1948), Anadolu karaçamı (Gülen 1959), Doğu kayını (Kalıpsız 1962), Toros sediri (Evcimen 1963), Ökalyptus (Fırat-Kalıpsız 1963) hacim tablolarının oluşturulmasında grafik metotlar kullanılmıştır. Gökmar (Miraboğlu 1955), Sarıçam (Erkin 1956), Kızılçam (Alemdağ 1962), Ökalyptus (Fırat ve Kalıpsız 1963), Sarıçam (Alemdağ 1967), Doğu ladini (Akalp 1978), Karakavak (Birler vd. 1983), Kazdağı göknarı (Asan 1984), Gökmar (Saraçoğlu 1988), Sarıçam ve Anadolu karaçamı (Yavuz 1995), Kızılagaç (Saraçoğlu 1988), Dişbudak (Şentürk 1997), Ökalyptus (Özkurt 2000), Sarıçam-Uludağ göknarı-Doğu kayını değişik yaşı karışık meşcereleri (Durkaya 2004), Titrekkavak (Bayburtlu 2007), Sahil Çamı (Ercanlı vd. 2008), Sarıçam (Pehlivan 2010), (Baynazoğlu 2014) için istatistiksel bir analiz olan regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır.

Orman işletmelerinin sahip olduğu meşcere hacminin tahmin edilmesinde yaygın bir biçimde kullanılan tek ağaç hacim denklemleri ve tablolarının farklı ormanlık alanlar ve türler için geliştirilmesi için büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı; Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü ve Yozgat Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şefliklerinde yayılış gösteren Karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin ve tablolarının geliştirilmesi ve bu bakımdan da başta orman envanteri olmak üzere çeşitli ormancılık çalışmalarına katkı sağlanmasıdır.

1.2. Karaçam Hakkında Genel Bilgiler

1.2.1. Karaçam doğal yayılışı

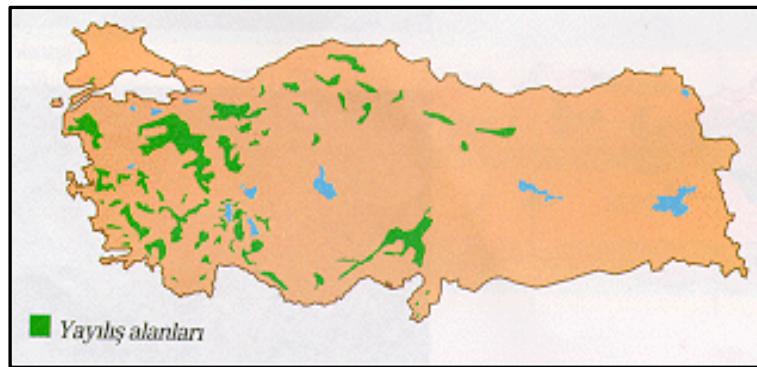
Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Güney ve Güneydoğu Avrupa ile Batı Asya'daki submediterranean bölgelerdeki coğrafi yayılışına paralel olarak, her birisi çoğu kere bağımsız bir tür olarak kabul edilen;

1. *Pinus nigra* subsp. *nigra* (Hoess) Badaux (Avusturya karaçamı)
2. *Pinus nigra* subsp. *calabrica* Schneid. (Kalabriya karaçamı)
3. *Pinus nigra* subsp. *laricio* Suring. (Korsika)
4. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Schneid. (Toros karaçamı)
5. *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pirene karaçamı)

gibi çeşitli türleri bulunmaktadır. *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Endl. Karaçamın Türkiye ve Kırım'da bulunan bir alt türüdür. (Yaltırık 1993).

Toros Karaçamının genel coğrafi yayılış alanı Küçük Asya, Trakya, Kıbrıs, Suriye ve Kırım'dır. Türkiye'de çok geniş bir alana sahiptir (Şekil 1.1). Kuzey Anadolu dağlarının içe dönük yamaçlarında, Batı Anadolu ve özellikle Güney Anadolu'da Toroslarda çok güzel ormanlar oluşturmaktadır. Bu yayılışında ya saf ya da Kızılçam, Sarıçam, Sedir, Ardıç, Gökmar, Kayın ve Meşelerle karışık meşcereler kurar. Kütahya'nın Tavşanlı ormanları, Dursunbey'in Alaçam ormanları, Adana'nın Pos ormanları Karaçamın en iyi meşcereler kurduğu alanlardır. Yine Boyabat Elek dağlarında, Kargı ve Tosya yörelerinde güzel Karaçam ormanları bulunmaktadır (Kayacık 1980).

Çalışma alanımız olan, Yozgat ili sınırları içindeki Karaçam türü 185, 283 ve 154 hektarlık alanlarda yayılış göstermektedir. Karaçamın Türkiye'de ve çalışma alanında yayılışı şekildeki gibidir.



Şekil 1.1 Karaçam'ın doğal yayılışı

Ülkemizin çam türleri arasında ikinci en fazla yayılışı yapan Karaçam, 4.693,060 hektar (Anonim 2012) alan kaplamaktadır. Bu alanın 2.580,193 ha'ı normal koru meşçeresi ve 2.112,867 ha'ı ise bozuk karaçam meşçeresi olup, toplam ormanlık alanlar için karaçam ormanlarının oranı % 22.9'dur.

1.2.2. Karaçamın botanik özellikleri

Toros karaçamı öteki alttürlerle çok benzer, ancak bu alttürde tepe daha geniştir. 30-35 metre boylarında, dalları uzun ve kalındır. Tepe yapısı, yüksek yörelerde ve sık meşçerelerde dar ve küçüktür. Büyümesi çabuktur, derin kök sistemine sahiptir, yarı ışık ağacıdır. Dona ve kuraklığa dayanıklıdır. Toprak istekleri bakımından çok kanaatkârdır. İğne yapraklar koyu yeşil, cilalı görünümlü, en uzun 12-18 cm uzunluğunda ve serttir. Kozalak da öteki alttürlerden daha büyük, 5-12 cm boyutunda ve açık kahverengidir. Apofizlerin yan pervazı çıkıntılı değildir (Anşin 2001).

1.2.3. Karaçamın silvikültürel ve ekolojik özellikleri

Karaçam türleri arasında iklim ekstremlerine en fazla dayanıklı olan Toros Karaçamıdır. Stepe kadar sokulur. Bugün Ankara yörelerinde eski Karaçam artıklarına ve meşçerelerine yer yer rastlanmaktadır. Bu alttürde gövde ötekilere oranla çatallanmaya daha eğilimlidir. Yayılış yükselteleri bölgelere göre önemli farklılıklar gösterir. Ender olarak deniz seviyesine oldukça yakın lokal yayılışlar yapmakla birlikte genellikle 400-2100 metre yükselteler arasında yer alır (Boydak 1984).

Karaçam deniz kenarlarına yakın saf kum topraklarında, ağır balçıklı ve killi topraklarda yetişebilir. Ana taşı kalker olan kireç bakımından zengin topraklarda daha iyi gelişme gösterir. Denizden esen kuvvetli rüzgarlara karşı koyabilir. Bu açıdan Karaçam çok önemli bir rüzgar perdesi ağacıdır (Yaltırık 1993).

Karaçam sadece Doğu Karadeniz'in deniz iklimli mntıklarında bulunmaz. Bu durum Karaçanın yetiŒme ortamı isteklerini değerlendirme bakımından önemlidir. Karaçam Karadeniz'in doğusu hariç diğer bölümlerinde yaklaşık olarak 400-1400 metre yükseklikler arasında geniŒ alanlarda saf meŒcereler kurar. 1400-1700 metreler arasında Sarıçamla karıŒık olarak ve daha çok küçük alanlarda bulunur. Karadeniz'in batı kısımlarında özellikle Göknar ve MeŒe ile meŒcereler yapar. Batı Anadolu çam türleri arasında Karaçam, geniŒ saf meŒcereler halinde baŒta gelir ve Batı Anadolu dağlarının özellikle yüksek yerlerinin en belirgin ağacıdır, hatta denize bakan yamaçlarda vadilere kadar iner (Saatçioğlu 1976).

Karaçam sıcak ve kuru iklimlerde yetiŒmesine karŒın, kıŒ soğuklarına büyük ölçüde dayanıklı bir türdür, sıcaklık isteği bakımından Sarıçama oranla daha toleranslıdır. Karaçam yarı ıŒık ağacıdır. Bu niteliği optimum alanlarında yarı gölge ağacı karakterine kadar gider (Dursunbey'in Alaçam ormanları). Birçok orman tablolarında, Karaçanın yan ve özellikle üst gölge baskısına karŒı duyarlı olmadığı fakat yaŒlı ana ağaçların altında 60-80 yaŒında sık bir alt tabaka halinde uzun yıllar geliŒtikleri görülebilir.

YaęıŒça zengin alanlarda (TavŒanlı-DereçarŒamba, Muğla-Yılanlı, Dursunbey-Aktuzla) çok iyi bir büyüme ile geniŒ yayılıŒ yapmakla birlikte, İç Anadolu'da (Ankara çevresi) çok kurak alanlarda da yetiŒebilmektedir. Diğer çam türlerine göre Karaçam, kuraklığa en fazla dayanan bir tür olarak kabul edilmektedir.

Karaçam toprak istekleri bakımından çok kanaatkar bir türdür. Fakat Sarıçamda olduğu gibi rutubetli derin ince kum balçığı ile kaba kum balçığı, ağır balçık arasında deęiŒen toprak türleri üzerinde daha iyi bir geliŒme yapar (Dursunbey-Alaçam). Nemli ağır topraklar üzerinde büyümesi çok kuvvetli ve hızlıdır. Ancak kalın dallar ve kaba bir odun meydana getirir. Bu tür, Sarıçam gibi rutubet deęiŒikliklerine ve özellikle su taŒkınlarına karŒı hassastır (Saatçioğlu 1976).

Karaçam Türkiye'de yüksek boylar, düz ve dolgun (Œekil katsayısı 0.630-0.765) gövdeler yapar. Yüksek yerlerde ve sık meŒcerelerde küçük tepe ile dolgun ve düzgün

gövdeler oluşturur. Karaçam Anadolu'nun en güzel, en kalın çaplı iğne yapraklı ağaçlarındandır. Optimum alanlarında bir metreden daha kalın çapta, 40-45 metre boylarında bireylerine rastlanır.

Karaçam derin kazık kök sistemine sahiptir. Derin topraklarda kazık kök sistemi, sıkı ve sert topraklarda kalp kök sistemi geliştirir.

Karaçam gençlikte hızlı büyümesi ve özellikle gölgeye dayanması nedeniyle, iklimin elverişli olduğu yerlerde Göknar, Kayın ve hatta ışık ağaçlarından Meşe ile karışımlar yapar. Ancak, azman yapma eğiliminde olduğu için saf ve sık meşcerelerde daha kaliteli gövdeler ve dar tepeler meydana getirir. Sarıçamda olduğu gibi sık dikimlerle yapay gençleştirme çok iyi sonuçlar verir. Fakir topraklarda kuvvetli bir köklenme ile kalite bakımından üstün teknolojik niteliklere sahip ağaçlar meydana getirir (Saatçioğlu 1976).

1.2.4. Amenajman esasları

Karaçamın doğal ömrü oldukça yüksektir (850 yıl). Karaçam, yaş sınıfları yöntemine göre I. Bonitet sınıfında 80 yıllık, diğer bonitet sınıflarında ise 100 yıllık bir idare süresi ile işletilmektedir (Kırış 2002). Münferit Planlama kapsamına giren Karaçam alanları da bulunmaktadır. Münferit Planlamada Karaçam Devamlı Orman, İyi Kaliteli Karaçam İşletmesi ve Kötü Kaliteli Karaçam İşletmesi olmak üzere üç farklı şekilde işletilmektedir. İyi Kaliteli Karaçam işletmesinde 200-160, ortalama 180 yıllık, Kötü Kaliteli Karaçam İşletmesi 80-120, ortalama 100 yıllık bir idare süresine göre işletilmektedir (OGM 1999). Bakım önlemleri ile bu süreyi önemli derecede kısaltmak mümkündür (Saatçioğlu 1976). Müdahale görmemiş Karaçam meşcerelerinde boy büyümesi 30 yaşlarında en yüksek noktaya ulaşır 90-100 yaşlarında sona ermektedir. Hacim artımı ise 20 yaşında en yüksek noktaya ulaştıktan sonra azalmaktadır (Kalıpsız 1963).

1.2.5. Odununun kullanım alanları

Karaçam hafiflik, hafifliğine oranla direncinin fazlalığı, kolaylıkla işlenebilme kabiliyeti, elastiklik, haber verme özelliği, eğilme ve çivilenme kabiliyeti gibi bir çok yararlı özelliklere sahiptir. Karaçam, bünyesi değiştirilmeden tel, maden direği, çit kazığı, travers, temel kazık ve direkleri, iskele kazıkları, palpnaj ve batardo, köprü ve kiriş aksamı, kaldırım parkeleri yapımında kullanılırken ağaç borular ise, gemi ve ufak teknelerde, bina inşaatında iç dekorasyonda, mobilya ve talaş tevhaları imalinde özellikle kullanılabilir. Bunların yanında kuru madde ambalaj fiçılarında, tarım aletlerinde, karoser, vagon ve spor uçak yapımında vb. gibi kullanım alanlarında değerlendirilebilir. Bünyesi değiştirilmek suretiyle ise, odun hamuru, yonga levhaları, lif levhaları, selüloz imali, odun kömürü, yakacak odun ve destilasyonda kullanılmaya elverişlidir (Göker 1969).

1.2.6. Karaçam türüne ilişkin literatür özeti

Karaçamın hacmi (Gülen 1959, Yavuz 1995), büyüme ve hasılatı (Kalıpsız 1963), tohum büyüklüğü, çimlenme yüzdesi ile fidan boyu ve kalitesi (Çolak 1991), tohumların olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri (Boydak 1984), gençliklerinin gelişimi (Genç 1985, Çörtü 1991), doğal gençleştirme koşulları (Karadağ 1999), meşcere kuruluşları (Özarıcı 1989, Abbak 1991, Aydemir 1997), toprak özellikleri (Demir 1996), biyolojik ve genetik çeşitliliği (Velioğlu vd. 1999, Doğan vd. 1997, Gürses vd. 1996), odunun fiziksel özellikleri (Yılıgör 1999) üzerinde çalışılmıştır (Baynazoğlu 2014). Mudurnu yöresi Karaçam ağaçları için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri geliştirmiştir.

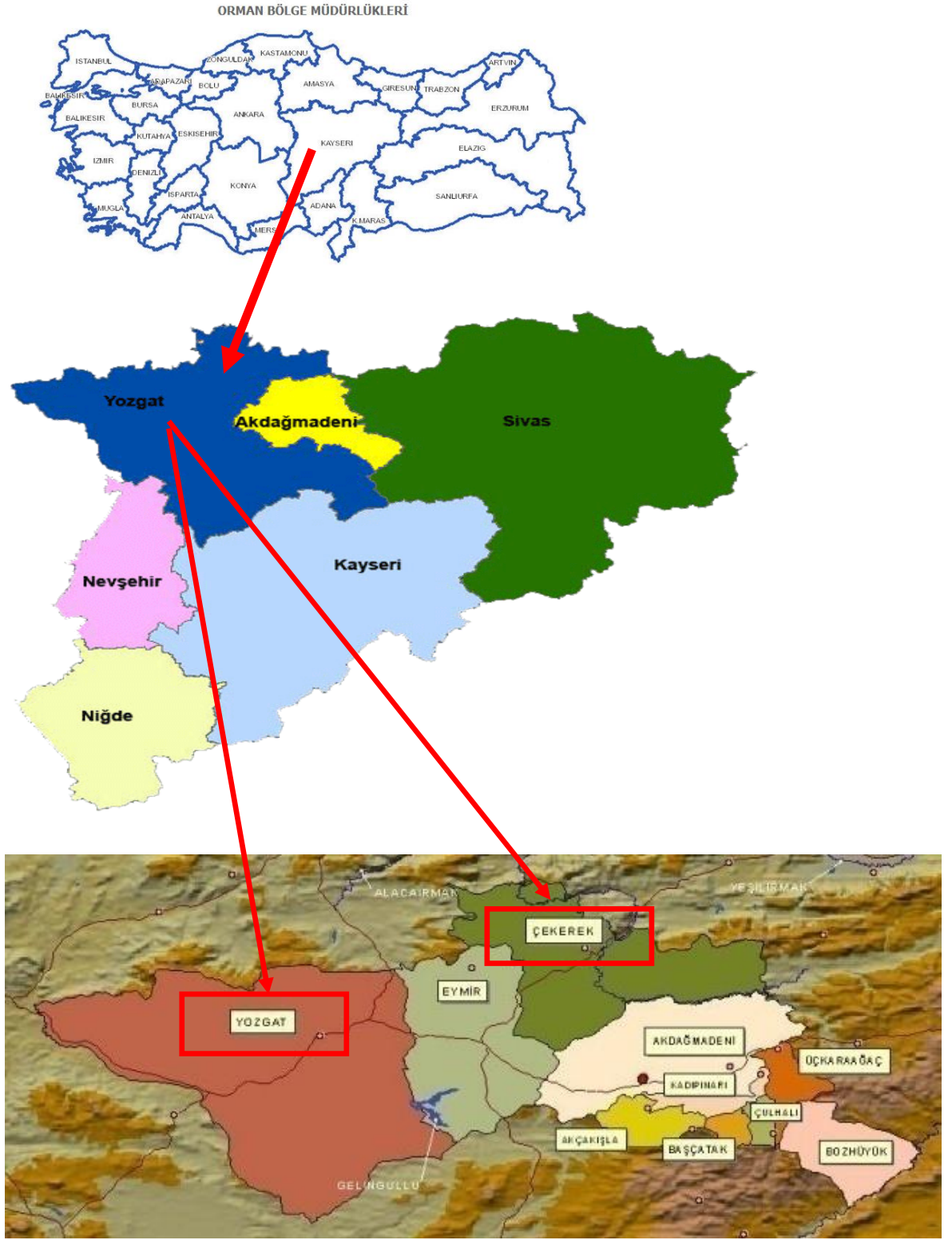
Karaçam ağaçlandırmalarının ise sadece artım ve büyüme ilişkileri (Özdemir 1994, Mısır 2003), toprak özellikleri (Deniz 1993) ile aralık mesafenin büyüme üzerine etkileri (Işık 1990) üzerine çalışmalar yapılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

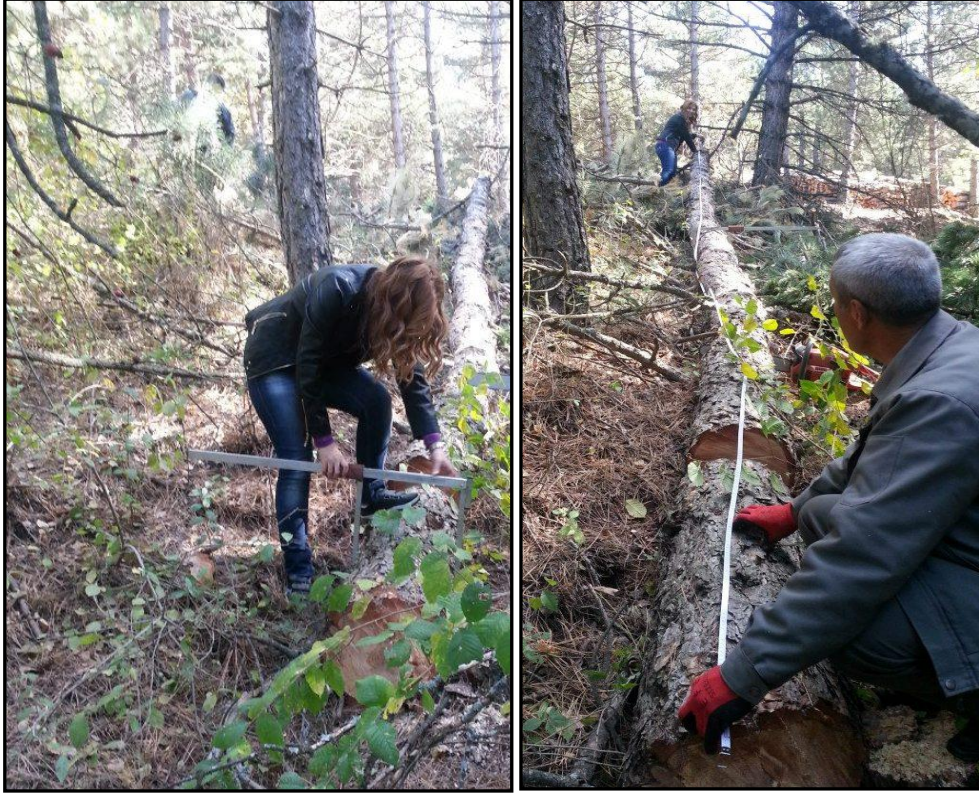
2.1. Örnek ağaçların Secimi ve Yapılan Ölçümler

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü, Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde yer alan Karaçam meşcerelerinden alınan 160 adet örnek ağaçtan elde edilen veriler kullanılmıştır (Şekil 2.1). Çalışma alanından elde edilen 160 adet ağaç, çalışma alanında gözlemlenen hacim gelişimindeki değişkenliği en iyi bir şekilde temsil edecek özelliklere sahip olmasına dikkat edilerek seçilmiştir. Diğer taraftan, özellikle çalışma alanındaki bir takım arazi zorlukları ve kesim çalışmalarındaki problemler nedeniyle, kalın ve çok kalın çalı ağaçlardan örnekler alınamamıştır. Özellikle, alınan örnek ağaçların; bozuk tepeli, kusurlu (tepe kırıklığı, çatalılık, kurumuş) olmamasına, böcek tahribatına uğramamış, mantar zararı ve özellikle çeşitli nedenlerle yaralanıp dip çürüklüğü olmayan bir özellik taşımaya dikkat edilmiştir. Bunun yanında örnek ağaçların; Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisindeki karaçam meşcerelerinde kesimlerin sınırlı alanlarda ve miktarlarda olması nedeniyle kalın ve çok kalın ağaçları kapsamaması ile birlikte, değişik çap ve boy kademelerine de mümkün olduğunca eşit ve dengeli bir biçimde dağıtılarak seçilmesine özen gösterilmiştir.

Çalışma kapsamındaki örnek ağaçlar dip kütük yüksekliğinden (0.3 m) kestirilerek mümkün olduğunca düzenli bir şekilde (0.3 m, 1.3 m, 3.3 m gibi, 2'şer metre ara ile) gövde çapları ölçülmüştür. Özellikle gövde çapı boyunca, ilk olarak kesilen kısım olan 0.3 metrede şekil 2'deki gibi çap ölçülmüş sonra, şerit metre 1 metre çekilerek 1.3 metrede çap ölçülüp, daha sonra şerit metre 2 metre çekilip 3.3 metrede çap ölçülerek ve bu noktadan itibaren 5.3, 7.3, 9.3 metrelerde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler yapılırken, eğer ağaç gövdesi daire biçimli olmayıp silindirik ve diğer bozuk şekilli ise; gövde kesitine dik iki yönde çap ölçümü alınıp, iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Çizelge 2.1'de, örnek ağaçlara ilişkin bazı istatistikî değerler verilmiştir.



Şekil 2.1 Çalışma alanlarının coğrafik konumu



Şekil 2.2 Arazi çalışmalarından görüntüler

Çizelge 2.1 Örnek ağaçlara ilişkin istatistiksel bilgiler

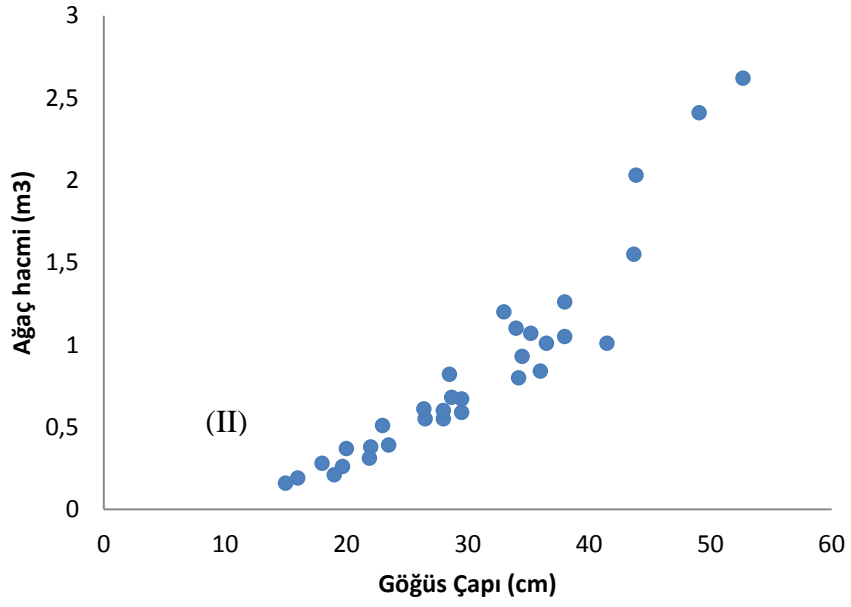
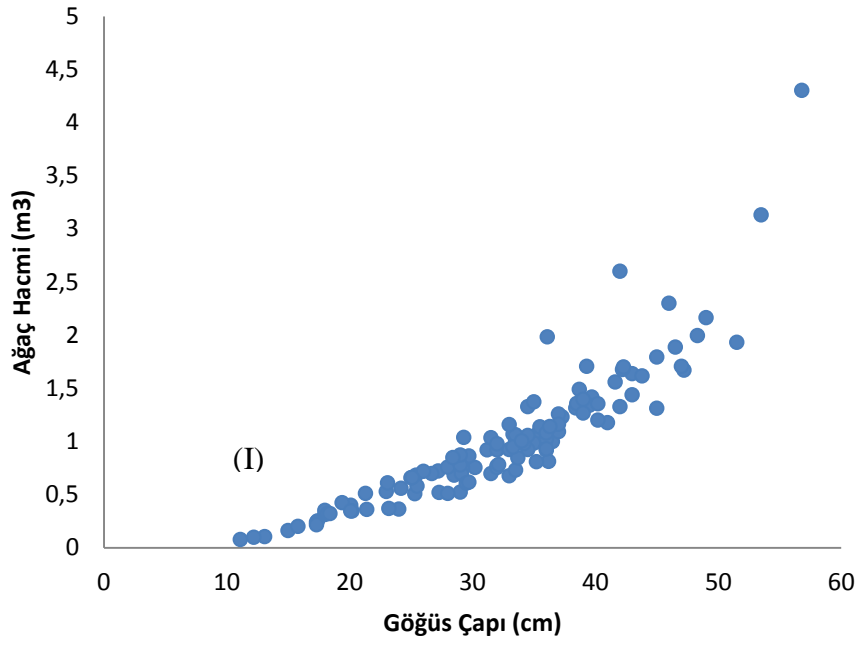
	Göğüs çapı (cm)	Boy (m)	Hacim (m ³)
Minimum	18.00	9.95	0.13
Maksimum	38.00	24.97	1.27
Ortalama	29.29	18.41	0.61
Standart Sapma	4.71	3.84	0.26

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 % 80'i (n=128), II. grupta ise yaklaşık % 20'si (n=32) bulunmaktadır. Çizelge 2.2.'de, I. ve II. grupta bulunan verilerin, dörder cm'lik çap ve ikişer metrelik boy basamaklarına dağılımı verilmiştir. Şekil 2.3'de, ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi verilmiştir.

Çizelge 2.2 Modellemede ve modellerin denetiminde kullanılan verilerin çap ve boy sınıflarına dağılımı

Çaplar	Boylar										Σ
	1	9	11	13	15	17	19	21	23	25	
8		3	1	1				2	1		8
22			2 (1)*	4 (3)	4 (1)	5 (1)		2	1		18
26				1	7 (3)	11	5 (2)	4	2		30
					(2)						
30			1		8 (1)	6 (3)	5 (2)	8	3	(1)	31
34				1	1	4 (1)	7 (2)	6 (2)	9 (4)	9 (2)	37
38									3 (1)	1	4
Σ		3	4	7	20	26	17	22	19	10	128 (32)

*modellerin denetiminde kullanılan veriler



Şekil 2.3 Ağaç hacim denkleminin oluşturulmasında (I.) ve denetiminde (II.) kullanılan veri gruplarına ilişkin göğüs çapı-hacim ilişkisi

2.2. Yöntem

2.2.1. Ağaç hacim denklemlerinin Geliştirilmesi

Ağaç hacim denklemleri, dikili bir ağacın göğüs çapı, göğüs çapı-boy veya göğüs çapı boy-şekil katsayısı gibi değişkenlere göre, kalın odun hacmini ya da ticari hacmini veren İstatistikî denklemlerdir (Kapucu vd. 2004). Yalnız göğüs çapına göre düzenlendiklerinde “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna göre düzenlendiklerinde “Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna ek olarak ağaç boyunun belirli bir oranına (örneğin % 30) karşılık gelen yükseklikteki gövde çapı ya da yerden 7 metre yüksekliğindeki gövde çapı gibi üç ya da daha çok değişkene göre düzenlendiklerinde ise “Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları” olarak isimlendirilmektedirler. Geçerli oldukları alanın büyüklüğüne göre de “Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Tabloları”, “Bölgesel Ağaç Hacim Tabloları” ve “Genel Ağaç Hacim Tabloları” olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Kapucu vd. 2002). Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde temel amaç, ağaçların göğüs çapı ve boyu gibi kolay ölçülebilen boyutları ile hacim arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve bu ilişkiye bağlı olarak ağaç hacminin tahmin edilmesidir (Kapucu vd. 2002).

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde; ağaçlar üzerindeki ölçümlerden sağlanan verilerin dengelenmesi söz konusu olup, bunun için “Grafik Yöntem” ya da istatistiksel bir yöntem olan “Regresyon Analizi ” yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Yavuz 1995, Şentürk 1997). Özellikle günümüzde istatistik bilgisayar yazılımlarının gelişmesi ile regresyon analizi yöntemi öne çıkmaktadır. Dengeleme işleminde daha önce denenmiş ya da denenmemiş aritmetik ve logaritmik denklemler uygulanmaktadır. Matematik yöntem, grafik yönteme göre daha objektiftir ve hacmi belirlemek için seçilen denkleme belirli verileri uygulayan herkes aynı sonuçları vermektedirler (Kalıpsız 1984, Şentürk 1997).

Bu çalışmada, tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde; çalışma alanı olan Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan karaçam meşcerelerinden değişik çap ve boy basamaklarında seçilen toplam 160 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 bölümde hacimlendirilmiş ve bunların toplanması ile 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;

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

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

$$\text{Seksiyon hacimleri için Huber formülü; } V_{seksiyon} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{1.3}^2 + \dots + d_n^2) \cdot 2 \quad (3)$$

Ağaç denklemlerinin geliştirilmesinde diğer bir aşama ise tek ağaçların hacimlerini; ağaç çapına (tek girişli ağaç hacim denklemleri) yada çap ile birlikte boya (Çift girişli ağaç hacim denklemleri) göre tahmin eden Regresyon Denklemlerinin geliştirilmesidir. Regresyon denklemlerinin geliştirilmesinde ise; Regresyon Analizi adı verilen İstatistik Analiz yöntemi kullanılır. Bu bakımdan, ağaç hacim denklemleri; regresyon analizleri üretilen regresyon modelleri olup, bu modellerde; hacim değişkeni (Dendrometrik formüller ile belirlenen değerler) bağımlı değişken iken (Zor ölçülen değişken=Y değişkeni), çap ve boy ise bağımsız değişkendir (Kolay ölçülen değişken=X değişkeni).

Ormancılık literatüründe tek ve çift girişli pek çok hacim fonksiyonu bulunmaktadır. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan (Şentürk 1998, Yavuz 1999) sağlanan tek girişli hacim fonksiyonları için 6 ve (4-9 nolu denklemler) çift girişli ağaç hacim fonksiyonları için 27 (10-36 nolu denklemler) farklı hacim fonksiyonu kullanılmıştır. Bu denklemlere ilişkin katsayılar, katsayıların önemlilik düzeyleri ve diğer istatistiklerin hesaplanmasında SPSS 15.0 adlı paket programı kullanılmıştır (Inc. 2006).

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

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

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

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 / d \quad (6)$$

$$\log V = \log b_0 + b_1 \cdot \log d \quad (7)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot d^{-1} \quad (8)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot (\log d)^4 \quad (9)$$

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

$$V = b_1 \cdot d^2 \cdot h \quad (10)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 \cdot h \quad (11)$$

$$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 h + b_3 \cdot d^2 \cdot h \quad (12)$$

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

$$V = b_1 d^2 + (b_2 h + b_3 d h + b_4 d^2) h \quad (14)$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + (b_3 + b_4 d + b_5 d^2) h \quad (15)$$

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + (b_3 d + b_4 d^2) h \quad (16)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 (\log d)^2 + b_3 \log h + b_4 (\log h)^2 \quad (17)$$

$$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 h^2 + b_3 d h^2 + b_4 d^2 h \quad (18)$$

$$V = b_1 d + b_2 d^2 + b_3 h + b_4 d h + b_5 d^2 h \quad (19)$$

$$V = b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d h + b_4 d^2 h \quad (20)$$

$$V = b_1 d^2 + b_2 h^2 + b_3 d h^2 + b_4 d^2 h^2 \quad (21)$$

$$V = b_1 d h + b_2 d^2 h \quad (22)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 (1/d) \quad (23)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 (\log d)^4 \quad (24)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 (\log d)^4 + b_3 \log h + b_4 (\log h)^4 \quad (25)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 d^2 + b_3 \log h \quad (26)$$

$$\log V = b_0 + b_1 d + b_2 h + b_3 d^2 + b_4 h^2 + b_5 d h^2 + b_6 d^2 h \quad (27)$$

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

$$\log V = b_0 + b_1 \cdot \log d + b_2 \cdot \log h \quad (29)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 (\log h)^2 \quad (30)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 (\log h)^4 \quad (31)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 (1/h) \quad (32)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 d^2 \quad (33)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 d^{-2} h \quad (34)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 h^2 \quad (35)$$

$$\log V = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h + b_3 dh^2 \quad (36)$$

Burada;

V : gövde hacmini

d : göğüs çapını

h : ağaç boyunu

log : 10 tabanında logaritmayı

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

Bu çalışmada kullanılan hacim fonksiyonlarından, en iyi sonucu veren fonksiyonun belirlenmesinde, aşağıdaki formüllerle ifade edilen altı adet uygunluk ölçütü kullanılmıştır (Şentürk 1997, Yavuz 1999). Bu ölçüt değerlerinden, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerleri küçük, belirtme katsayısı değerlerinin ise büyük olması istenmektedir. Diğer taraftan, 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, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerine göre en küçüğüne, belirtme katsayısı değerlerinin en büyüğüne 1 sıra numarası verilerek giderek artan bir biçimde her ölçüt değerine göre hacim fonksiyonlarına sıra numarası verilmiş ve daha sonra sıra numaraları toplamı, ilgili hacim fonksiyonu için başarı derecesi olarak kabul edilmiştir. Özellikle en küçük toplam sıra numarasına sahip fonksiyon, en iyi sonucu veren hacim fonksiyonu olarak belirlenmiştir (Yavuz 1999).

Belirtme Katsayısı;

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{\sum (V_i - V_{ort})^2} \right) \quad (37)$$

Tahminin Standart Hatası;

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum (V_i - \hat{V}_i)^2}{N - p}} \quad (38)$$

Ortalama Hata

$$\bar{D} = \frac{(\sum D)}{N} \quad (39)$$

Ortalama Mutlak Hata;

$$|\bar{D}| = \frac{(\sum |D|)}{N} \quad (40)$$

$$\text{THY} = 100. \frac{\sum_{i=1}^n \hat{V}_i - \sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (41)$$

Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi;

$$\text{OMHY} = 100. \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{V}_i - V_i|}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (42)$$

Burada, N: veri sayını, p: parametre sayısını, $D: \hat{V}_i - V_i$, \hat{V}_i hacim fonksiyonu ile tahmin edilen hacim değeri, V_i : ölçülen hacim değeri, V_{ort} : ölçülen ortalama ağaç hacmi değerlerini göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan hacim denklemlerinden, yukarıda sözü edilen altı adet ölçüte göre en iyi sonucu veren hacim denklemleri belirlendikten sonra, bu hacim fonksiyonlarının çalışma alanındaki Karaçam meşcerelerine uygun olup olmadığının denetimi, tesadüfi olarak seçilen ve toplam verinin yaklaşık % 20'sini oluşturan örnek ağaçlar (32 adet) yardımıyla yapılmıştır. Seçilen hacim fonksiyonunun denetiminde

kullanılan ağaçların (32 adet) bölümlene yöntemi ile hesaplanan (V_i) ve oluşturulan hacim denklemi ile tahmin edilen hacim değerleri (\hat{V}_i), “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)” kullanılarak karşılaştırılmıştır (Kalıpsız 1988, Batu 1995). İki farklı şekilde elde edilen bu hacim değerleri arasında, istatistiksel olarak bir farklılık olmaması durumunda ($p>0.05$); bu hacim denkleminin çalışma alanı için uygun olduğu sonucuna varılır. Bununla birlikte hacim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olması durumunda ise ($p<0.05$); hacim fonksiyonun, çalışma alanı için uygun olmadığı sonucuna varılabilir.

3. BULGULAR

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 verilmiştir. Test edilen tüm tek ve çift girişli hacim fonksiyonları $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Diğer taraftan, denklemlere ilişkin parametrelerin bir çoğu $p < 0.05$ önem düzeyi ile istatistiksel olarak anlamlı iken, bazıları anlamsız olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3.2’de verilen uygunluk ölçütleri birlikte dikkate alındığında, en küçük toplam sıra değerine (sıra numaraları toplamı) sahip olmaları nedeniyle tek girişli hacim fonksiyonlarından 7’ nolu denklem en başarılı hacim fonksiyonu olarak belirlenmiştir. En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\log V = -4.106 + 2.632 \cdot \log d \quad (43)$$

Denklemin tüm parametreleri, $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlıdır. En başarılı 7’ nolu tek girişli hacim fonksiyonuna ilişkin uygunluk ölçütleri, $\bar{D} = 0.005371 \text{m}^3$, $|\bar{D}| = 0.06263 \text{m}^3$, $R^2 = 0.915$, $S_{y.x} = 0.08599 \text{m}^3$, $TH = \% -0.9026$, $OMH = \% 10.52429$ olarak hesaplanmıştır. Geliştirilen denklem logaritmik olduğu için hesaplanan düzeltme faktörü ise; 1.0197’ dir.

Çizelge 3.2 incelendiğinde, çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarından regresyon analizi ile üretilen en başarılı denklem; 50 toplam sıra numarasına sahip olan 36 numaralı denklem olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Çizelge 3.1.’den görüleceği üzere; bu denklemin birçok parametreleri $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamsız olarak elde edilmiştir. Çift girişli ağaç hacim fonksiyonlarından sıradaki en iyi toplam başarı sıra numarasına sahip 19, 35 ve 34 numaralı denklemler de anlamsız parametrelere sahiptir. Bu nedenle, anlamsız parametreye sahip olan bu modelleri kullanmak yerine, başarı ölçütleri açısından sıradaki denklemler içinde bütün parametreleri anlamlı olan denklem, en

başarılı çift girişli ağaç hacim denklemi olarak seçilmiştir. Bu bakımdan, 29 numaralı denklemin hem kendisi hem de parametreleri istatistiksel olarak anlamlı olup, model başarı ölçüt değerleri açısından da 62.5 toplam başarı sıra numarası ile diğer denklemlerden daha iyi durumdadır. Böylece, bu çalışmada en başarılı olarak belirlenen 29 numaralı çift girişli ağaç hacim denklemi, parametreleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

$$\log V = -4.138 + 2.417 \cdot \log d + 0.275 \cdot \log h \quad (44)$$

Bu denklemde, V ; ağaç hacmini, d ; göğüs çapını ve h ; ağaç boyunu göstermektedir. Elde edilen çift girişli ağaç hacim denkleminde, tüm parametreler $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlıdır. En başarılı fonksiyon olarak seçilen denkleme ilişkin başarı ölçütleri ise; $\bar{D} = 0.004431 \text{ m}^3$, $|\bar{D}| = 0.05976 \text{ m}^3$, $R^2 = 0.924$, $S_{y.x} = 0.08134 \text{ m}^3$, $TH = -\% 0.7445$, $OMH = \% 10.0414$ olarak hesaplanmıştır. Çift girişli ağaç hacim denklemi için hesaplanan düzeltme faktörü ise; 1.01769 'dur.

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
4	-0.16729 ^{***}	0.00088 ^{***}					
5	0.43369 ^{ns}	-0.04335 [*]	0.001636 ^{***}				
6	0.000078 ^{***}	2.632					
7	-4.106 ^{***}	2.632 ^{***}					
8	-3.296 [*]	2.198 ^{**}	-5.048 ^{ns}				
9	-4.442 ^{***}	2.945 ^{**}	-0.026 ^{ns}				
10		0.00003484 ^{***}					
11	0.08212 ^{***}	0.000031 ^{***}					
12	0.0066 ^{ns}	0.0000182 ^{**}	0.00045 ^{**}	-0.0057 ^{ns}			
13		0.0003648 ^{***}	0.0000169 ^{**}				
14	0.017 ^{ns}	0.000011 ^{ns}	0.000388 ^{ns}	-0.0000514 ^{ns}	0.0000588 [*]		
15	0.1602 ^{ns}	-0.0144 ^{ns}	0.00076 ^{ns}	-0.0033 ^{ns}	-1.885 ^{ns}	0.00014 ^{ns}	
16	0.085 ^{ns}	-0.008 ^{ns}	0.00064 ^{ns}	-0.00029 ^{ns}	0.00002 ^{ns}		
17	-6.1596 ^{***}	6.159 [*]	-1.306 ^{ns}	-0.804 ^{ns}	0.445 ^{ns}		
18	0.017 ^{ns}	0.000011 ^{ns}	0.000388 ^{ns}	0.00005 ^{ns}	0.000058 [*]		
19	0.16 ^{ns}	-0.0144 ^{ns}	0.00076 ^{ns}	-0.0033 ^{ns}	0.000014 ^{ns}		
20	0.085 ^{ns}	-0.0081 ^{ns}	0.00064 ^{ns}	-0.00029 ^{ns}	0.00002 ^{ns}		
21	-0.079 ^{ns}	0.00066 ^{***}	0.00057 ^{ns}	-0.00004 ^{ns}	0.00001 ^{ns}		
22		0.00017 ^{ns}	0.000029 ^{***}				
23	-2.645 [*]	1.61 [*]	0.284 ^{***}	-9.304 ^{ns}			
24	-4.938 ^{***}	3.156 ^{***}	0.283 ^{***}	-0.063 ^{ns}			
25	-5.06 ^{***}	3.547 ^{***}	-0.096 ^{ns}	-0.039 ^{ns}	0.043 ^{ns}		
26	-4.473 ^{***}	2.688 ^{***}	-0.000077 ^{ns}	0.281 ^{***}			
27	-2.299 ^{***}	0.094 ^{***}	0.019 ^{ns}	-0.0012 ^{***}	-0.00056 ^{ns}	-4.09 ^{ns}	0.00001 ^{ns}
28	-3.881 ^{***}	0.866 ^{***}					
29	-4.138 ^{***}	2.417 ^{***}	0.275 ^{***}				
30	-4.088 ^{***}	2.417 ^{***}	0.192 ^{ns}	0.034 ^{ns}			
31	-4.122 ^{***}	2.417 ^{***}	0.257 ^{***}	0.0023 ^{ns}			
32	-4.204 ^{***}	2.418 ^{***}	0.314 ^{ns}	0.28 ^{ns}			
33	-4.473 ^{***}	2.688 ^{***}	0.281 ^{***}	-0.000077 ^{ns}			
34	-4.16 ^{***}	2.429 ^{***}	0.281 ^{***}	0.0000002 ^{ns}			
35	-4.144 ^{***}	2.417 ^{***}	0.281 ^{ns}	0.000004 ^{ns}			
36	-4.125 ^{***}	2.413 ^{***}	0.267 ^{ns}	0.0000002 ^{ns}			

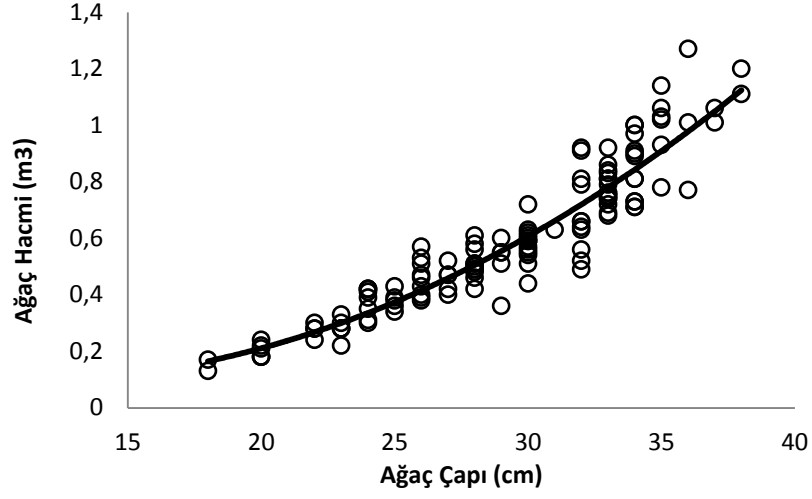
ns:nonsignificant, anlamsız parametre, p>0.05, *:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001

Çizelge 3.2 Denklemlere ilişkin hesaplanan başarı ölçütleri

Mode 1	R ²	S _{y,x}	Ort. Hata	Ort. Mutlak	THY	OMHY	Topla m Sıra						
4	0.879	5	0.08769	5	-1.2E-16	1	0.065059	6	-1.9E-14	1.5	10.93148	6	30.5
5	0.883	6	0.0861	2	-7.5E-17	2	0.063032	4	1.87E-14	1.5	10.59093	4	20.5
6	0.915	2.5	0.138	6	0.005372	3.5	0.062636	1.5	-0.90259	3.5	10.52429	1.5	21
7	0.91	2.5	0.0859	1	0.00537	3.5	0.06263	1.5	-0.90259	3.3	10.5242	1.5	15.8
8	0.915	2.5	0.08690	4	0.005745	6	0.06304	5	-0.96529	6	10.59218	5	33.5
9	0.915	2.5	0.08672	3	0.005614	5	0.062921	3	-0.94329	5	10.57214	3	25.5
10	0.850	26	0.09717	27	-3.3E-17	5.5	0.075922	26.	5.85E-07	12	12.75677	27	124
11	0.720	27	0.09679	26	-3.3E-17	5.5	0.075922	26.	0	2	12.75677	26	113
12	0.895	17	0.08151	10	-7.2E-17	10	0.059793	13	5.6E-14	10	10.04657	13	73
13	0.896	16	0.08126	3	3.47E-17	8	0.060141	19	-1.9E-14	5.5	10.10512	19	70.5
14	0.887	23	0.08456	23	-4.3E-17	9	0.062574	23	0	2	10.51399	23	103
15	0.893	18.5	0.08314	22	-1.1E-17	2.5	0.061539	21.	1.87E-14	5.5	10.33994	21.	91.5
16	0.893	18.5	0.08246	18	-1.1E-17	2.5	0.061539	21.	1.87E-14	5.5	10.33994	21.	87.5
17	0.870	25	0.09675	25	0.007193	27	0.075611	25	-1.208652	27	12.70445	25	154
18	0.925	4	0.08278	21	0.004961	24	0.059739	2	-0.833574	24	10.03748	2	77
19	0.897	15	0.08084	1	-1.1E-17	1	0.059965	16	0	2	10.07559	16	51
20	0.892	20.5	0.08169	12	-3.5E-17	7	0.060134	18	3.73E-14	8.5	10.10397	18	84
21	0.892	20.5	0.08167	11	3.21E-17	4	0.060081	17	1.87E-14	5.5	10.09497	17	75
22	0.891	22	0.08201	15	-1.6E-16	11	0.060237	20	1.12E-13	11	10.12122	20	99
23	0.925	4	0.08209	17	0.005131	26	0.059800	14	-0.862147	26	10.04781	14	101
24	0.925	4	0.08202	16	0.005024	25	0.059816	15	-0.844180	25	10.05058	15	100
25	0.925	4	0.08273	20	0.004935	23	0.059758	6	-0.829207	23	10.04075	6	82
26	0.925	4	0.08191	13.	0.004916	21.	0.059778	11.	-0.826014	21.	10.04414	11.	83.5
27	0.923	14	0.08252	19	0.004703	20	0.059623	1	-0.790255	20	10.01803	1	75
28	0.878	24	0.08687	24	3.35E-16	12	0.066566	24	-3.7E-14	8.5	11.18462	24	116.5
29	0.92	10.	0.0813	6	0.00443	14	0.05976	9	-0.744518	14	10.0414	9	62.5
30	0.924	10.5	0.08135	8	0.004444	16	0.059759	7	-0.746759	16	10.04089	7	64.5
31	0.924	10.5	0.08134	5	0.004417	13	0.059763	10	-0.742203	13	10.04156	10	61.5
32	0.925	4	0.08191	13.	0.004916	21.	0.059778	11.	-0.826014	21.	10.04414	11.	83.5
33	0.924	10.5	0.08139	9	0.004512	19	0.059739	3	-0.758143	19	10.03764	3	63.5
34	0.924	10.5	0.08134	7	0.004476	18	0.059744	4	-0.752071	18	10.03832	4	61.5
35	0.924	10.5	0.08134	4	0.004433	15	0.059761	8	-0.744900	15	10.04123	8	60.5
36	0.925	4	0.08102	2	0.004464	17	0.059750	5	-0.750139	17	10.03945	5	50

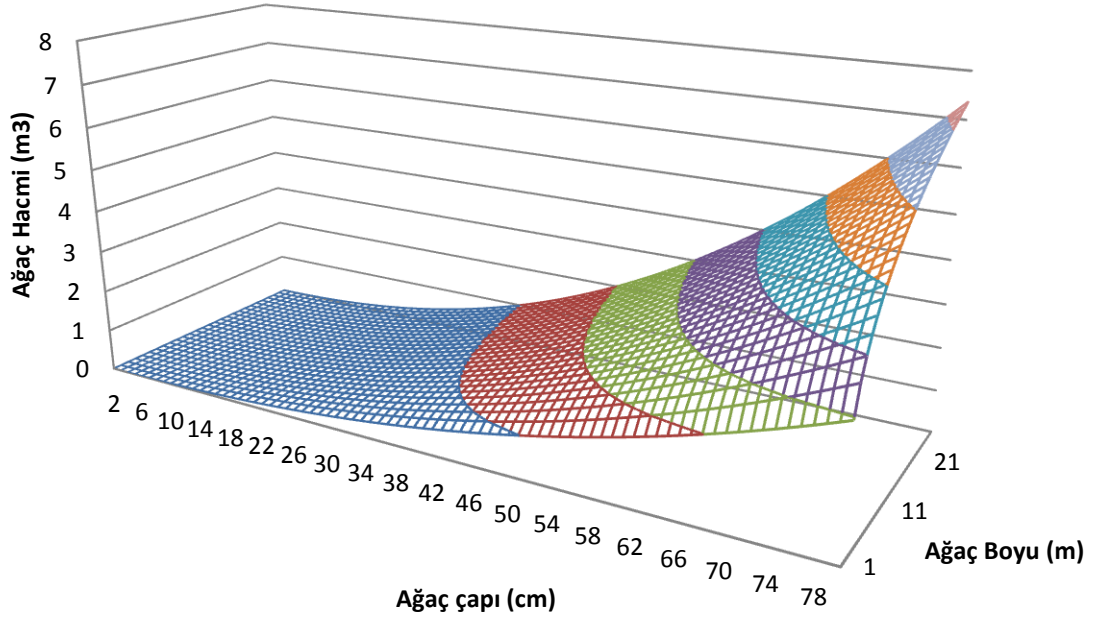
Şekil 3.1’te, en başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminlerinin, çapa göre değişimleri verilmiştir. Bu şekil değerlendirildiğinde,

genel olarak arazide gözlemlenen tek ağaç hacmindeki değişimi iyi bir şekilde temsil ettiği ifade edilebilir.



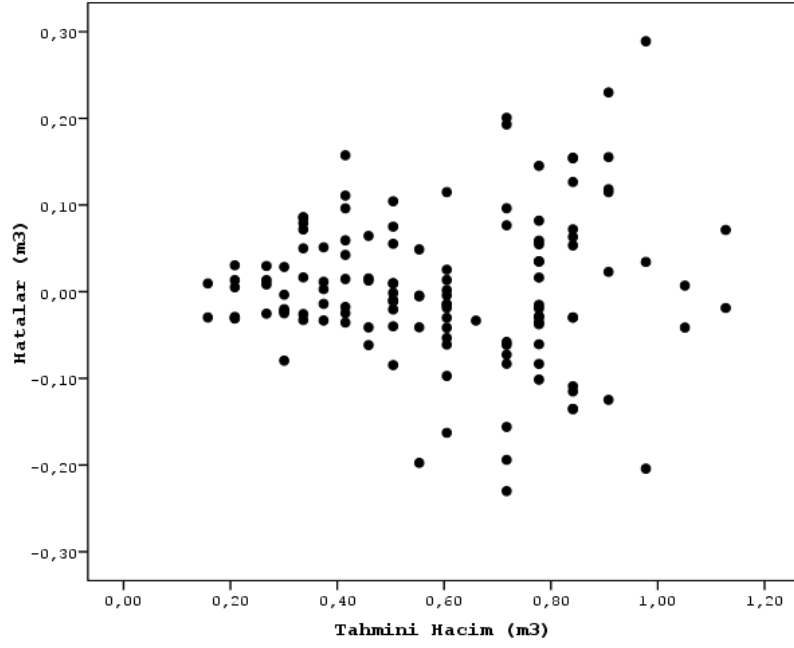
Şekil 3.1 Tek girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen hacim tahminleri ve arazide gözlemlenen hacim gelişimi

Şekil 3.2’de, en başarılı olarak belirlenen çift girişli ağaç hacim denkleminin çap ve boya göre değişimi gösterilmektedir. Özellikle bu şekil incelendiğinde, çap ile birlikte boy değişiminin hacim gelişiminde etkili olduğu görülmektedir.

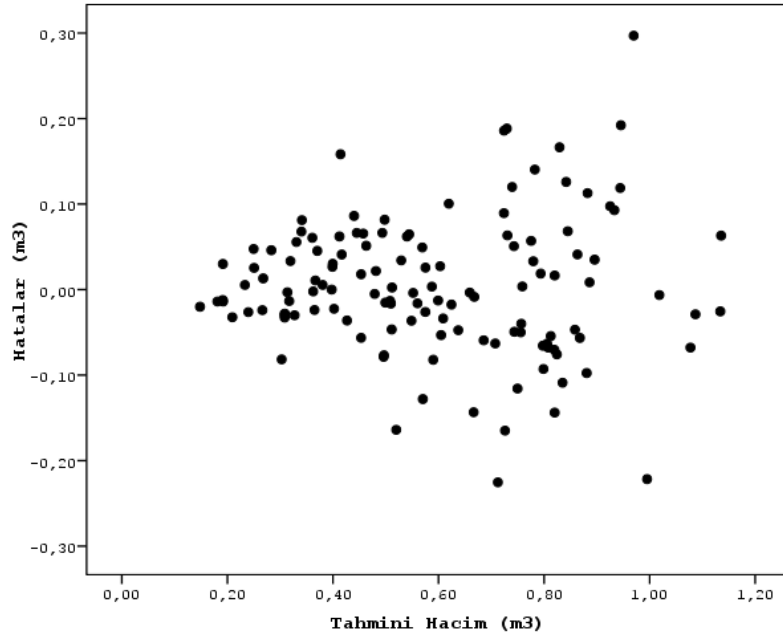


Şekil 3.2 Çift girişli ağaç hacim denklemleri ile elde edilen hacim tahminlerinin değişimi

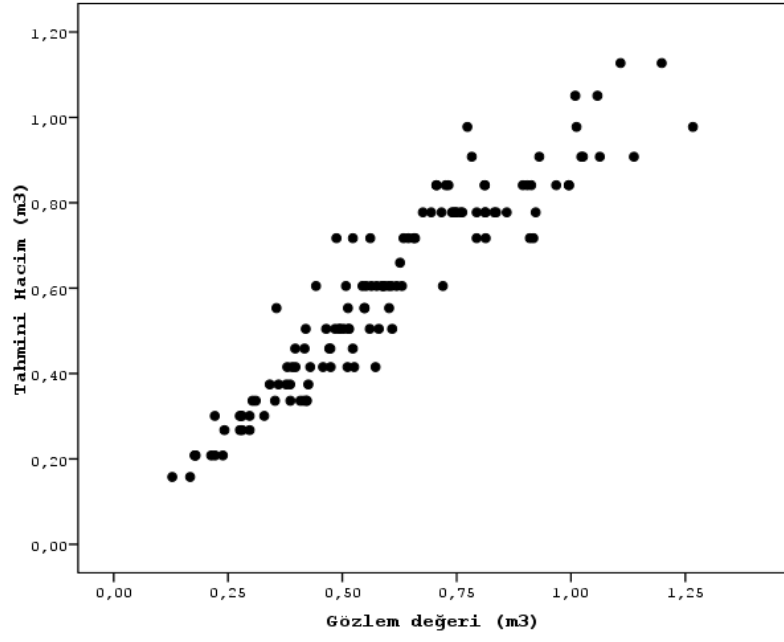
Geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin standardize edilmiş hata değerlerinin standardize edilmiş tahmin değerlerine göre değişimleri Şekil 3.3 ve 3.4’de verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde, hata değerlerinin tahmin değerlerine göre dengeli ve tesadüfi olarak 0 değeri civarında dağılım gösterdiği görülmektedir. Ayrıca Şekil 3.5 ve 3.6’da, tek ve çift girişli denklemlere ilişkin tahmin değerlerinin, denklemlerin oluşturulmasında kullanılan gözlem değerlerine göre değişimleri verilmiştir.



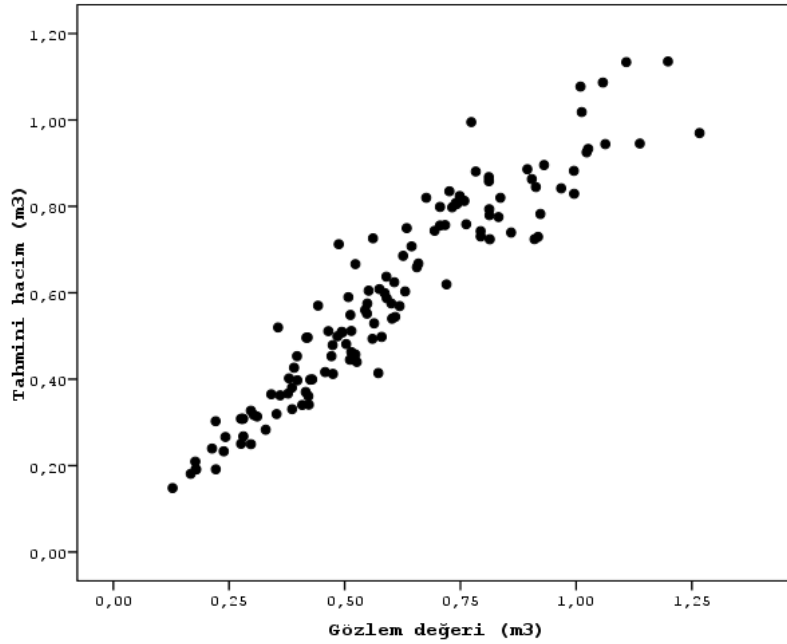
Şekil 3.3 Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin hata değerlerinin tahmin değerlerine göre değişimi



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



Şekil 3.5 Tek girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerinin gözlem değerlerine göre değişimi



Şekil 3.6 Çift girişli ağaç hacim denklemlerine ilişkin tahmin değerlerinin gözlem değerlerine göre değişimi

Yozgat yöresi karaçam meşcereleri için uygun olup olmadığının denetimi, tesadüfi olarak seçilen ve toplam verinin yaklaşık % 20'nü oluşturan veriler (n=32) yardımıyla

yapılmıştır. Seçilen tek ve çift girişli ağaç hacim fonksiyonunun denetiminde kullanılan ağaçların (32 adet) bölümlene yöntemi ile hesaplanan ve oluşturulan hacim denklemleri ile tahmin edilen hacim değerleri, “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)” kullanılarak karşılaştırılmıştır (Kalıpsız 1988, Batu 1995). Yapılan bu karşılaştırma ile tek girişli hacim fonksiyonu için; t istatistiği= 1.225 olarak hesaplanmış olup, bu istatistiğe ilişkin önem düzeyi $p=0.230$, çift girişli hacim fonksiyonu için ise t istatistiği=1.349 ve önem düzeyi $p= 0.187$ olarak belirlenmiştir. Böylece bu çalışmada düzenlenen en uygun tek ve çift girişli hacim fonksiyonlarının, örnek ağaçların alındığı Yozgat yöresindeki Karaçam meşcereleri için istatistiksel olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi ile edilen tahmin değerleri, ülkemizde karaçam meşcereleri için daha önce Gülen (1959) tarafından geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen tahmin değerleri ile hacim denkleminin denetiminde kullanılan 32 adet ağaç verisi kullanılarak karşılaştırılmıştır. “Eşlendirilmiş İki Örnek Testi (Paired t test)” kullanılarak karşılaştırılmada, t istatistiği=-3.387 olarak hesaplanmış olup, bu istatistiğe ilişkin önem düzeyi $p=0.002$ olup, Gülen (1959) tarafından daha önce geliştirilen denklem ile çalışmamızda geliştirilen denklem tahminleri arasında $p<0.05$ önem düzeyi ile önemli bir fark belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü, Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü, Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, çoğu orta çap sınıfında olmak üzere farklı çap ve boylarda 160 adet ağaç kesilerek, gövde boyunca 0.3, 1.3, 3.3 ve her 2'şer metre ara ile gövde çapları ölçülmüştür. Ölçülen bu çap değerleri kullanılarak, bölümlene yöntemi ile ağaçların hacimleri hesaplanmış, elde edilen hacim değerleri ile çap ve boy değerleri Regresyon Analizi yöntemi ile ilişkilendirilmiştir. Çap değerlerini bağımsız değişken olarak içeren regresyon denklemler ile tek girişli ağaç hacim denklemi; çap ve boy değerlerini birlikte içeren denklemler ile de çift girişli ağaç hacim denklemleri elde edilmiştir. Tek girişli ağaç hacim denklemi için 6 adet, çift girişli ağaç hacim denklemi için 27 adet regresyon denklemi; belirtme katsayısı, tahminin standart hatası, ortalama hata, ortalama mutlak hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerine göre karşılaştırılmış ve en başarılı hacim denklemleri belirlenmiştir.

En başarılı olarak belirlenen tek girişli ağaç hacim denklemine ilişkin başarı ölçütleri; $\bar{D} = 0.005371\text{m}^3$, $|\bar{D}| = 0.06263\text{m}^3$, $R^2 = 0.915$, $S_{y.x} = 0.08599 \text{ m}^3$, $TH = \% -0.9026$, $OMH = \% 10.52429$ olarak hesaplanmış olup, özellikle tek ağaçların hacim gelişimindeki değişimin %91.5'i, geliştirilen bu tek girişli ağaç hacim denklemi ile tahmin edilmektedir. Geliştirilen tek girişli hacim denkleminin tek bir ağaçta kullanılması durumunda oluşacak hata yüzdesini ifade eden Ortalama mutlak hata yüzdesi değeri; %10.52429 olarak elde edilmiştir. Bununla birlikte, hacim denkleminin çok sayıda (n adet) ağaçta hacim tahmininde kullanılması durumundaki hata yüzdesini ifade eden toplam hata yüzdesi değeri ise %0.9026 olarak hesaplanmıştır.

En başarılı olarak belirlenen çift girişli ağaç hacim denklemine ilişkin başarı ölçütleri ise; $\bar{D} = 0.004431\text{m}^3$, $|\bar{D}| = 0.05976\text{m}^3$, $R^2 = 0.924$, $S_{y.x} = 0.08134 \text{ m}^3$, $TH = -\% 0.7445$, $OMH = \% 10.0414$ olarak hesaplanmıştır. Geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi ile tek ağaçların hacim gelişimindeki değişkenliğin %92.4'ü açıklanmakta ve

geliştirilen bu denklemin tek ağaçların hacim tahminlerinde ise %10.04141'lik bir ortalama hata ve çok sayıdaki ağaçta yapılacak hacim tahminlerinde ise %0.0 hata yapılacağı öngörülmektedir.

Toplam Hata Yüzdesinin, -%1 ile +%1 arasında ve Ortalama Hata Yüzdesi değerinin ise %10 ve daha küçük olması önerilmektedir (Kalıpsız 1999). Çalışmamızda oluşturulan tek ve çift girişli hacim denklemlerinin TH değerinin %1'in altındadır. Bununla birlikte, tek ve çift girişli hacim denklemi için OMH değeri, %10'nun biraz üzerindedir. Bu çalışmada da olduğu gibi özellikle tek ve çift girişli hacim tablolarında önerilen ortalama mutlak hata yüzdesinin %10'dan daha düşük olarak elde edilmesi; göğüs çapları ve boyları eşit olan ağaçlarda, gövde şekli farklılıkları hacim gelişimi üzerinde önemli derecede değişimlere neden olduğundan, mümkün olamamaktadır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin başarı durumları değerlendirildiğinde, tek girişli ağaç hacim denklemi ile hacimdeki değişimin % 91.5'i açıklanabilirken, çift girişli denklem ile %92.4 açıklanmakta ve böylece çift girişli ağaç denkleminin kullanımı ile yaklaşık %0.9'luk düşük düzeyde bir tahmin başarısında artış elde edilmiştir. Toplam hata yüzdesi bakımından geliştirilen iki hacim denkleminin durumları değerlendirildiğinde; tek girişli ağaç hacim denklemi -%0.9026 olarak elde edilirken, çift girişli ağaç hacim denklemi için -%0.7445 olarak hesaplanmıştır. Tek ağaçların hacim tahminlerindeki ortalama hata durumları değerlendirildiğinde ise; tek girişli ağaç hacim denklemi %10.5242'luk bir hata yaparken, çift girişli ağaç hacim denklemleri ise %10.0414'lik ortalama tahmin hatasına sahip olup, çift girişli ağaç hacim denklemi ile ortalama hatada %0.4806'luk düşük düzeyde bir azalış elde edilmiştir. Bu bakımdan, tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinde başarı durumları bakımından benzer sonuçların elde edilmesi; çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında, çalışmaya konu karaçam meşcerelerinde kesimlerin sınırlı alanlarda ve miktarlarda olması nedeniyle kalın ve çok kalın ağaçları kapsamaması ve böylece örnek ağaçların arasında boy farklılıklarının çok fazla olmaması ile açıklanabilir. Böylece ağaç hacim denklemlerinde, ağaçların çapları yanında boylarının da bir bağımsız değişken olarak içerilmesi; regresyon modellerinin hacim tahminlerini açıklamada belirtme katsayısı ile hesaplanan tahmin güçlerinin daha

da artmasına neden olamamıştır. Bu iki hacim fonksiyonunun başarı durumları açısından belirgin bir farklılık göstermemesi nedeniyle, özellikle uygulamada tek girişli hacim fonksiyonları daha pratik olmalarıyla, çift girişli hacim fonksiyonlarına göre tercih edilebilir.

Geliştirilen ağaç hacim fonksiyonlarının verilerin alındığı meşcerelere uygunluğu denetlenmiş ve geliştirilen tek ve çift girişli ağaç denklemlerinin Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şefliğindeki Karaçam meşcerelerine uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen tek girişli ağaç hacim denkleminin, 1 cm ara ile hacim tahminleri, Ek Çizelge 1’de, çift girişli ağaç hacim denklemlerinin 2 cm çap aralığı ile 2 metre boy aralığındaki değişimleri Ek Çizelge 2’de verilmiştir.

Bu çalışmada geliştirilen çift girişli hacim denklemine ilişkin tahmin değerleri ile daha önce Gülen (1959) tarafından geliştirilmiş olan çift girişli ağaç hacim denklemi ile elde edilen tahmin değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak iki denklemin birbirinden farklı tahminler verdiği anlaşılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü karaçam meşcerelerinden alınan örneklerle ilgili olarak geliştirilen hacim denklemi ile Gülen (1959) tarafından geliştirilmiş olan çift girişli ağaç hacim denkleminin ortaya koyduğu değişimlerin istatistiksel olarak farklı olması nedeniyle; Yozgat ve Çekerek Orman İşletme Şefliklerinde çalışmamızda geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri kullanılmalıdır. Özellikle ülkemizde bir çok asli türümüz için genel ve bazı bölgeler içinde lokal ağaç hacim denklemleri ile Tabloları geliştirmiş olup, başta Yozgat yöresi için ağaçların bölgesel hacim gelişimindeki farklılıkları temsil edebilecek hacim denklemleri mevcut değildir. Bu çalışma ile geliştirilen tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri, Yozgat yöresi karaçam meşcerelerindeki ormancılık uygulamalarında ve özellikle de planlamada büyük bir önem arz eden ağaç hacim tahminlerinin daha doğru ve tutarlı olmasına katkı sağlayacaktır. Bu bakımdan başta asli ağaç türlerimiz olmak üzere farklı ağaç türlerimizin değişik yetişme ortamları ve meşcereleri için lokal ağaç hacim denklemlerinin ve Tablolarının geliştirilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle orman işletmelerinin sahip olduğu sermayenin büyük bir kısmını oluşturan dikili ağaç servetinin tahminindeki doğruluğun ve tutarlılığının geliştirilecek bu hacim denklemleri ile artması ormancılığımız açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbak, F. 1991. Belgrad ormanında saf karaçam ve saf sarıçam meşcereleri ile meşe-gürgen-kayın karışık meşcerelerinde aralama uygulamaları. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 42 s., İstanbul.
- Akalp, T. 1978. Türkiye'deki Doğu ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) ormanlarında hasılat araştırmaları. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Alemdağ, İ.Ş. 1962. Türkiye'deki kızılçam ormanlarının gelişimi, hasılatı ve amenajman esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 11, Ankara.
- Alemdağ, İ.Ş. 1967. Türkiye'deki sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 20, 160 s., Ankara.
- Anşin, R. 2001. Tohumlu bitkiler I. Cilt Gymnospermae (Açık Tohumlular), K.T.Ü. Orman Fakültesi Genel Yayın No: 122, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Asan, Ü. 1984. Kazdağı göknarı (*Abies equi-trojania* schers, et sinten.) ormanlarının hasılatı. 3205, O.F. Yayın No: 365, Taş Matbaası, 207, İstanbul.
- Aydemir, Z. 1997. Kütahya-Dumlupınar karaçam(*Pinus nigra* arnold. subsp. *pallasiana*)meşcerelerinin orman kuruluşları ve silvikültürel ihtiyaçları. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Batu, F. 1995. Uygulamalı istatistik yöntemler. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 179, Fakülte yayın No: 22, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.
- Bayburtlu, Ş. 2007. Titrek kavak (*Populus tremula*) hacim ve bonitet endeks tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baynazoğlu, F. 2014. Mudurnu-Sırçalı Orman İşletme Şefliğinde yayılış gösteren Anadolu karaçanı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi.Yüksek lisans tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Birler, A. S. ve Yüksel, Y. 1983. Sahil çamı ağaçlandırma meşcerelerinde hasılat araştırması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayınları, No: 25.
- Bozkuş, H. F. ve Carus, S. 1997. Toros Göknarı (*Abies clicica* Carr.) ve Sedir (*Cedrus libani* Link.)'in çift girişli gövde hacim tabloları ve mevcut tablolarla karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47, 1, 51-70.
- Boydak, M. 1984. Sarıçam ve Karaçam tohumlarında olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri arasındaki ilişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 34, 2,104-125.
- Çolak,A.H. 1991. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) bazı yetiştirme tekniklerinin fidan kalitesi sınıflamasının temel teşkil eden morfolojik etkileri. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 62 s., İstanbul
- Çörtü, M.R. 1991. Boyabat Orman İşletmesi Elekdağ Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ormandaki doğal gençlikler üzerinde tespitler. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 170 s., İstanbul.

- Demir, C. 1996. Elmalı Barajı Havzası'nda Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ormanlarının toprak özellikleri. Yüksek lisans tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Deniz, M. 1993. Demirköy'de Sarıçam ve Karaçam ağaçlandırma alanlarında toprak özellikleri üzerine araştırma. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 110s., İstanbul.
- Doğan, B., Özer, A.S., Gülbaba, A.G., Velioğlu, E., Doerksen, A.H. ve Adams, W.T. 1997. Kazdağları'ndan örneklenen Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) populasyonlarında kalıtım ve allellerin başlılığı. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Araştırma Dergisi, Sayı, 1, 40-59, İzmir.
- 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. O.G.M. Yayınları, 132, 13, 250 s., Ankara.
- 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, A, 6, 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 hacim 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.
- Göker, Y. 1969. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (*Pinus nigra* var. *pallasiana*)'nın fiziksel, mekanik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, XIX, 2, 91-135.
- Gülen, İ. 1959. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) hacim tablosu. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 97-112.
- Gürses, M.K., Gemici, Y., Özkurt, N., Gülbaba, A.G., Özkurt, A. ve Tüfekçi, S. 1996. Bolkar Dağları Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. var. *pallasiana* Schneider) populasyonlarında biyolojik çeşitlilik üzerine araştırmalar. DOA Dergisi, No: 2, Tarsus, 49-70.
- Işık, K. 1990. Seasonalcourse of heightandneedlegrowth in *Pinusnigragrown* in summerdry Central Anatolia.Forest Ecologyand Managemenet, 35, 261-270.
- Kalıpsız, A. 1962. Değişik yaşlı Doğu Kayınında Artım ve Büyüme. OGM Yayınları No: 339.
- Kalıpsız, A. 1963. Türkiye'de Karaçam meşçerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. O.G.M. Yayını, 141 s., İstanbul.
- Kalıpsız, A. 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3194, O.F. Yayın No: 354, 407 s., İstanbul.
- Kapucu, F. 2004. Orman amenajmanı. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 215 / 33, ISBN-975-6983-35-3, 514 s.

- 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.
- Karadağ, M. 1999. Batı Karadeniz bölgesinde karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana*(lamb.) Holmboe) doğal gençleştirme koşulları üzerine araştırmalar. Orman Bakanlığı, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 4, 226 s., Bolu.
- Kayacık, H. 1980. Orman ve park ağaçlarının özel sistematiği. Gymnospermae İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2642/281, I.Cilt, Bozak Matbaası, Dördüncü Baskı, 388 s., İstanbul.
- Kırış, R. 2002. Orman amenajmanı ile ilgili mevzuat, Lazer Ofset. Matbaa Tesisleri San. ve Tic. Ltd. Şti, Birinci Baskı, 473 s., Ankara.
- Laar, A. ve Akça, A. 2007. Forest mensuration. Springer, 383 s., The Netherlands.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. and Haller, K.E. 1973. Forest inventory, Volume II, ISBN 3-405-10812-8, BLV Verlagsgesellschaft München Benn Wien, Münch Gymen.
- Meyer, H.A.(1953) Forest Mensuration, Pennsylvania. Pens. Valley Publichers, 357 p.
- Mısır, N. 2003. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin büyüme modelleri. Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 222 s., Trabzon.
- Miraboğlu, M. 1955. Göknarlarda şekil ve hacim araştırmaları. T.C. Ziraat Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü, Neşriyat Sıra No: 188, Seri No: 5, Yenilik Basımevi, 103 s., İstanbul.
- O.G.M. 1999. Münferit orman amenajman planlaması. Teknik İzahname, Haziran, 103 s.
- Özarıcı, İ. 1989. Boyabat Yöresindeki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşcerelerinde kuruluş özellikleri. Yüksek lisans tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, M. 1994. Taşköprü İşletmesi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra*) ağaçlandırma sahalarında büyüme ilişkileri. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 s., Trabzon.
- Özkurt, A. 2000. Okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. HillEx Maiden) için hacim tablosu. DOA Dergisi, 87-105 s.
- Pehlivan, S. 2010. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 s., Trabzon.
- Peters, R. 1971. Konstruktion eines Massentafel modells. Diss, Freiburg, 95 S.
- SPSS Institute Inc. 2006. SPSS Base 12.0 User's Guide, 680 s.
- Saatçioğlu, F. 1976. Silvikültür I, silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2187/222, İkinci baskı, Sermet matbaası, 423 s, İstanbul.
- Saraçoğlu, Ö. 1988. Karadeniz Yöresi Göknar meşcerelerinde artım ve büyüme. O. G. M. Yayınları No: 25, 312.
- Saraçoğlu, N. 1988. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* var. *barbata* (C. A. Mey.) Ledeb.) gövde hacim tablolarının düzenlenmesi. Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şentürk, N. 1997. Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Wahl. subsp. *oxycarpa*(Bieb. ExWilld.) Franco&RochaAfonso) gövde hacim ve ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek lisans tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Velioğlu, E., Çengel, B. ve Kaya, Z. 1999. Kazdağları'ndaki doğal Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) popülasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılması. Orta Anadolu Tohum Islahı Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No: 1.

- Yaltırık, F. 1993. Dendroloji ders kitabı II Angiospermae. Bölüm I, 2. Baskı, 46-48 s., İstanbul.
- Yavuz, H. ve Saraçoğlu, N. 1999. Kızılağaç için uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek Sayı 5, 1275-1282.
- Yavuz, H. 1995. Uyumlu ve uyumsuz gövde çapı modelleri. KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Fakülte Yayın No: 49, 101-106.
- Yavuz, H. ve Sakıcı, O. E. 2002. Gövde profili modellerinin bilimsel ve pratik açıdan irdelenmesi. Orman Amenajmanı'nda Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 233-241 s., İstanbul.
- Yılgör, N. 1999. Türkiye'de karaçam (*Pinus nigra* L.) varyetelerinin kimyasal açıdan karakterizasyonu. Doktora tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EK

Ek 1. Yozgat yöresi karaçam için tek girişli ağaç hacim tablosu

Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)	Göğüs Çapı (cm)	Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)
10	0.034226	31	0.672387
11	0.043985	32	0.730988
12	0.055304	33	0.792655
13	0.068274	34	0.857448
14	0.082978	35	0.925427
15	0.099501	36	0.996652
16	0.117923	37	1.071179
17	0.138324	38	1.149068
18	0.16078	39	1.230375
19	0.185368	40	1.315156
20	0.212161	41	1.403468
21	0.241233	42	1.495366
22	0.272654	43	1.590905
23	0.306495	44	1.69014
24	0.342824	45	1.793125
25	0.38171	46	1.899914
26	0.423219	47	2.010559
27	0.467417	48	2.125114
28	0.51437	49	2.243631
29	0.56414	50	2.366161
30	0.616792		

Ek 2. Yozgat yöresi karaçam 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	
4	0.016	0.022	0.028													
5	0.017	0.023	0.030													
6	0.018	0.024	0.031	0.039												
7	0.019	0.025	0.033	0.041	0.051	0.062	0.074									
8	0.020	0.026	0.034	0.043	0.053	0.064	0.077	0.091	0.106	0.123						
9	0.020	0.027	0.035	0.044	0.055	0.066	0.079	0.094	0.110	0.127	0.146	0.167	0.189	0.212		
10	0.021	0.028	0.036	0.045	0.056	0.068	0.082	0.097	0.113	0.131	0.150	0.171	0.194	0.218		
11		0.029	0.037	0.047	0.058	0.070	0.084	0.099	0.116	0.134	0.154	0.176	0.199	0.224	0.251	
12		0.029	0.038	0.048	0.059	0.072	0.086	0.102	0.119	0.138	0.158	0.180	0.204	0.230	0.257	
13			0.039	0.049	0.060	0.073	0.088	0.104	0.122	0.141	0.162	0.184	0.209	0.235	0.263	
14				0.050	0.062	0.075	0.090	0.106	0.124	0.144	0.165	0.188	0.213	0.240	0.268	
15					0.063	0.076	0.091	0.108	0.126	0.146	0.168	0.192	0.217	0.244	0.273	
16					0.064	0.078	0.093	0.110	0.129	0.149	0.171	0.195	0.221	0.249	0.278	
17						0.079	0.095	0.112	0.131	0.152	0.174	0.198	0.225	0.253	0.283	
18							0.096	0.114	0.133	0.154	0.177	0.202	0.228	0.257	0.288	
19							0.098	0.115	0.135	0.156	0.180	0.205	0.232	0.261	0.292	
20								0.117	0.137	0.159	0.182	0.208	0.235	0.264	0.296	
21									0.139	0.161	0.185	0.210	0.238	0.268	0.300	
22									0.140	0.163	0.187	0.213	0.241	0.272	0.304	
23									0.142	0.165	0.189	0.216	0.244	0.275	0.308	
24									0.144	0.167	0.191	0.218	0.247	0.278	0.311	
25										0.169	0.194	0.221	0.250	0.281	0.315	
26										0.170	0.196	0.223	0.253	0.284	0.318	
27											0.198	0.225	0.255	0.287	0.322	
28												0.228	0.258	0.290	0.325	
29												0.230	0.260	0.293	0.328	
30													0.263	0.296	0.331	
31														0.265	0.298	0.334
32															0.301	0.337

Ek 2'in devamı

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)														
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
10	0.272	0.302	0.333												
11	0.280	0.310	0.342	0.376											
12	0.286	0.317	0.350	0.385	0.422										
13	0.293	0.325	0.358	0.394	0.432	0.471	0.513								
14	0.299	0.331	0.366	0.402	0.440	0.481	0.524	0.568	0.615						
15	0.305	0.338	0.373	0.410	0.449	0.490	0.534	0.579	0.627	0.677					
16	0.310	0.344	0.379	0.417	0.457	0.499	0.543	0.590	0.638	0.689	0.742				
17	0.315	0.349	0.386	0.424	0.465	0.507	0.552	0.599	0.649	0.701	0.755	0.811			
18	0.320	0.355	0.392	0.431	0.472	0.515	0.561	0.609	0.659	0.712	0.767	0.824	0.884	0.946	
19		0.360	0.398	0.437	0.479	0.523	0.569	0.618	0.669	0.723	0.778	0.837	0.897	0.961	1.026
20			0.403	0.443	0.486	0.531	0.578	0.627	0.679	0.733	0.789	0.849	0.910	0.974	1.041
21				0.449	0.492	0.538	0.585	0.635	0.688	0.743	0.800	0.860	0.922	0.987	1.055
22					0.499	0.545	0.593	0.644	0.697	0.752	0.810	0.871	0.934	1.000	1.069
23					0.505	0.551	0.600	0.651	0.705	0.762	0.820	0.882	0.946	1.013	1.082
24						0.558	0.607	0.659	0.714	0.771	0.830	0.892	0.957	1.024	1.095
25						0.564	0.614	0.667	0.722	0.779	0.839	0.902	0.968	1.036	1.107
26						0.570	0.621	0.674	0.729	0.788	0.849	0.912	0.978	1.047	1.119
27							0.627	0.681	0.737	0.796	0.857	0.922	0.988	1.058	1.131
28								0.688	0.744	0.804	0.866	0.931	0.998	1.069	1.142
29								0.694	0.752	0.812	0.874	0.940	1.008	1.079	1.153
30									0.759	0.819	0.883	0.949	1.018	1.089	1.164
31										0.827	0.891	0.957	1.027	1.099	1.174
32										0.834	0.898	0.966	1.036	1.109	1.185

Ek 2'in devamı

Ağaç Boyları (m)	Ağaç Çapları (cm)		
	38	39	40
17	1.0623	1.1311	1.2025
18	1.0791	1.1490	1.2216
19	1.0953	1.1663	1.2399
20	1.1108	1.1828	1.2575
21	1.1259	1.1988	1.2745
22	1.1403	1.2142	1.2909
23	1.1544	1.2292	1.3067
24	1.1680	1.2436	1.3221
25	1.1811	1.2577	1.3370
26	1.1940	1.2713	1.3515
27	1.2064	1.2846	1.3656
28	1.2185	1.2975	1.3794
29	1.2304	1.3101	1.3927
30	1.2419	1.3223	1.4058
31	1.2531	1.3343	1.4185
32	1.2641	1.3460	1.4310

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğçe ÖZDAL
Doğum Yeri : Boğazlıyan
Doğum Tarihi : 15.03.1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Adres : Medrese mah. Sivas cad. Eyüpoğlu ap. No:11 Merkez/Yozgat
Tel : 0 542 475 85 16
E-posta : t_ozdal_66@hotmail.com
Eğitim Durumu
Lise : Yozgat lisesi (2003-2006)
Lisans : Bartın Üniversitesi Orman Mühendisliği (2007-2011)

Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl

1. Yozgat Orman İşletme Müdürlüğü (2012)