

## KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE 7-AĞAÇ ÖRNEK NOKTA YÖNTEMİYLE MEŞCERE AĞAÇ SAYISININ ÇAP BASAMAKLARINA DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Serdar CARUS\* Yılmaz ÇATAL

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA  
\*scarus@orman.sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Burdur-Ağlasun yöresinde doğal, aynı yaşlı, saf ve müdahale görmemiş kızılçam meşcerelerinde ağaç sayının çap basamaklarına dağılımının değişik yaş ve bonitet sınıflarında değişimini ortaya koyabilmek için yedi ağaç örnek nokta yöntemini incelemektir. Bunun için yörede nokta örneklemesine dayalı 25 örnek nokta alınmıştır. Örnek noktalardan elde edilen verilere Beta, Gamma, Weibull, Normal ve Log-normal istatistik dağılımını esas alan regresyon modelleri uygulanmıştır. Her istatistik dağılım modeli için doğrusal bir model kurulmuş ve modelin katsayıları çoğul regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Regresyon modelinin uygunluğunun tespiti için hesaplanan F test değeri, Log-normal dağılım modeli için en yüksek bulunmuştur ( $F=8.535$ ;  $p<0.001$ ). Bu nedenle, verilere en uygun modelin Log-normal dağılım modeli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, gerçek ve regresyon denkleminde elde edilen değerler grafiklerle ortaya konulmuştur. Model, meşcere ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımındaki varyasyonu meşcere yaş ve bonitet endeksi değişkenleri yardımı ile yaklaşık %39 ( $R^2=0.389$ ) oranında açıklamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çap dağılımı, istatistik dağılım, 7-ağaç örnek nokta yöntemi.

### DETERMINATION OF DISTRIBUTION TO DIAMETER CLASSES OF STAND TREES NUMBER BY USING 7-TREE SAMPLE POINT METHOD IN CALABRIAN PINE (*Pinus brutia* Ten.) STANDS

### ABSTRACT

The aim of this study were to investigate, change of distribution to diameter classes of the number of stand trees in terms of different stand age and site quality classes by using seven trees sample point method in natural, even-aged, pure and undisturbed Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands of Burdur- Ağlasun forest district. For this, 25 sample points were selected in forest district based on point sampling. The data obtained from this study, were applied regression models including Beta, Gamma, Weibull, Normal and Log-normal statistical distributions. A linear model was set for each statistical distribution model and, then coefficient of regression model was calculated by multiple regression analysis. F-test value calculated for determination of appropriateness of regression model was found the highest in Log-normal distribution model. For this reason, it was reached to the result that the most suitable model was Log-normal distribution model. In addition, the values obtained from actual measurement and regression model were put forward by graphs. Model represents the distribution into diameter classes of trees in stand in the rate of about 39 percent ( $R^2=0.389$ ) depending on stand age and site index.

**Keywords:** Diameter distribution, statistical distribution, 7-tree sample point method.

## 1.GİRİŞ

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ülkemizde orman ağacı türlerine göre, yayılış alanı olarak 5.4 milyon hektar ile ilk sırada gelmektedir. 270 milyon metreküp hacim ile de karaçamdan sonra gelen asli ağaç türümüzdür. Ayrıca, iğne yapraklı ormanlarda yıllık toplam üretimi içerisinde %39'luk odun üretimi ile ön sırada yer almaktadır (Anonim, 2006).

Orman kaynaklarımızdan ekonomik, sürekli ve verimli bir şekilde faydalanabilmek için meşcere hacim ve hacim elemanlarını (çap, boy, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi vb.) gerçeğe en yakın tahmin etmemiz gerekmektedir. Ayrıca, ormanlara yapılan silvikültürel müdahalelerin zamanı, sıklığı ve ekonomik açıdan uygunluğunun belirlenmesi de gerekmektedir. Meşcerede ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımının belirlenmesi ve bunun yetiştirme ortamı verim gücü, meşcere dinamiği ve yaş ile ilişkileri, hem biyolojik, hem de ekonomik bakımdan oldukça önemlidir (Saraçoğlu, 1988; Carus, 1998; Yavuz vd.,2002). Çünkü, çap ile boy, hacim, şekil katsayısı, bir ağaçtan elde edilecek odun ürünü çeşitleri ve miktarları arasında istatistik açıdan anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, ağaç sayısının yaş ve bonitet sınıflarına göre değişmesi yanında, bu miktarın çap basamaklarına dağılımını da bilmek, meşcere kuruluşunu göstermesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Meşcerede, çap dağılımları incelenerek gelecekteki çap dağılımı ve meşcere hacmi hesaplanabilmektedir (Saraçoğlu, 1988).

Aynı yaşlı meşcerelerde ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımı çan eğrisi biçimi göstermektedir. Bu dağılım genç meşcerelerde dik tepeli olup, meşcere yaşı ilerledikçe çap artımından dolayı kalın çap basamaklarına doğru hareketlenerek, çan eğrisinin basıklığı artmakta ve giderek yayvan bir yapı almaktadır (Kalıpsız, 1982). Meşceredeki bir ağacın gelişmesi, meşcerede katıldığı sosyal sınıfı ile yakından ilişkili bulunmaktadır. Üst tabakadaki ağaçlar direkt güneş ışığından daha fazla yararlandığından, ara ve alt tabakadaki ağaçlara göre daha büyük hacim artımları yapmaktadırlar. Bir ağacın bulunduğu sosyal sınıf, onun gelecek periyotlarda yaşama şansını da büyük ölçüde etkilemektedir. Işık ağaçlarının oluşturduğu meşcerede boyca geri kalmış mağlup tabakadaki bireyler kısa bir zaman içerisinde meşcereden kuruyarak ayrılırlar. Ağaç sayısı, meşcere yaşı ilerledikçe, ilk önce hızlı, sonra yavaşlayan bir hızla azalmaktadır. Yaşam mücadelesi iyi bonitetlerde erken başlayıp erken bitmekte, kötü bonitetlerde ise ileri yaşlara kadar devam etmektedir.

Aynı yaşlı meşcerelere ilişkin çap dağılımının modellenmesinde Beta, Gamma, Weibull, Normal, Log-normal ve benzeri istatistik dağılımlarından yararlanılmaktadır. Çap dağılımları ile ilgili olarak, Beta dağılımı için Clutter ve Bennet (1965), Mc Gree ve Della-Bianca (1967), Lenhart ve Clutter (1971), Mike vd. (1975), Cao (1997), Mc Gee ve Bela-Bianca (1967), Lenhart ve Clutter (1971), Lenhart (1972); Gamma dağılımı için Nelson (1964); Weibull dağılımı için Bailey ve Dell (1973), Nepal ve Somers (1992), Cao (1997), Schreuder vd. (1979); Normal dağılım için Clutter ve Bennet (1965) ve Log-normal dağılım için Bliss ve Reinker (1964) ile Lappi ve Bailey (1987) çalışmalar yapmışlardır.

Ülkemizde Carus (1998) Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Yavuz vd., (2002) dışbudak meşcerelerinde çap dağılımlarının belirlenmesi için çeşitli istatistik dağılım modellerini test etmişlerdir.

Loetsch vd. (1973), meşcere ağaç sayısını yaş ve bonitete göre, istatistik olasılık dağılımlardan birisi olan Beta dağılımından yararlanarak logaritmik dönüşüm ve hesaplama yöntemi ile dengelemiştir. Çalışmamızda da, değişik yaş ve bonitetlerdeki Kızılçam meşcerelerinde ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımlarının ortaya konulmasında aynı yöntem esas alınmıştır. Ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımın modellenmesinde Beta, Gamma, Weibull, Normal ve Log-normal olasılık dağılımlarından türetilen regresyon modelleri kullanılmıştır. Bunun yapılması için de meşcerelerden toplanan veriler bilgisayarda veri dosyalarına işlenerek, istatistik analizler yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Araştırma için, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde farklı yaş ve bonitet sınıflarındaki meşcerelerde, değişik gelişme çağı, bakı, yükselti, eğim ve arazi yüzü şekline sahip saf kızılçam meşcereleri belirlenmiştir. Bu meşcerelerin içerisinde doğal yoldan meydana gelmiş, müdahale görmemiş, aynı yaşlı kızılçam meşcerelerinden 25 örnek nokta alınmıştır. Örnek noktaların alındığı meşcerelere ait özellikler Çizelge 1 ve bazı istatistikler Çizelge 2’de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü alanda bazı yaş basamağı ve bonitet sınıflarında uygun özelliklerde meşcereler bulunamamış, bu yüzden elde edilen özelliklerdeki meşcerelerde çalışmalar yürütülmüştür. Örnek noktalardan elde edilen 4 cm’lik çap basamaklarındaki hektardaki ortalama ağaç sayılarının 20’şer yıllık yaş basamaklarına dağılım eğrileri Şekil 1’de verilmiştir.

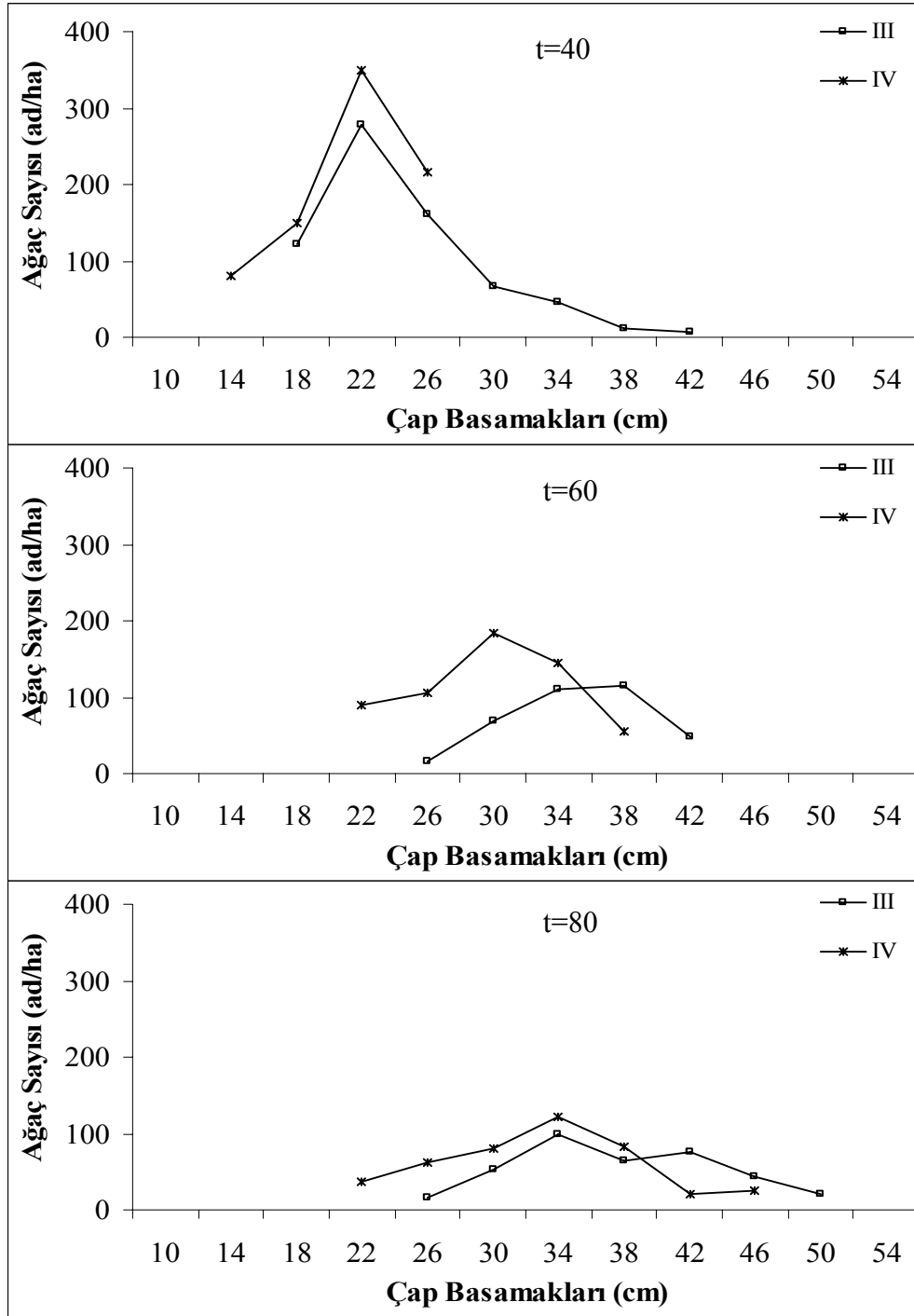
Çizelge 1. Örnek noktaların yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı

Bonitet Sınıfları	Yaş Basamakları							Toplam
	30	40	50	60	70	80	90	
III	7	-	2	2	3	3	1	18
IV	1	-	-	2	2	2	-	7
Toplam	8	-	2	4	5	5	1	25

Çizelge 2. Örnek noktaların alındıkları meşcerelere ait bazı istatistikler

Değişken	Aritmetik ortalama	Standart sapma	En küçük	En büyük	Varyasyon katsayısı (%)
Yaş (yıl)	61.20	20.73	32	90	2.95
Çap (cm)	31.88	7.77	14	50	4.10
BOE (m)	19.11	2.06	15.26	22.00	9.28
Ağaç sayısı (ad/ha)	123.98	92.47	25	562	1.34

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE 7-AĞAÇ ÖRNEK NOKTA YÖNTEMİYLE  
MEŞCERE AĞAÇ SAYISININ ÇAP BASAMAKLARINA DAĞILIMININ BELİRLENMESİ



Şekil 1. Örnek noktaların yaş ve bonitet sınıflarına göre, 4 cm' lik çap basamaklarında ortalama ağaç sayıları

Çalışma alanı (Burdur-Ağlasun yöresi), Batı Akdeniz Bölgesinde ve Akdeniz'den İç Anadolu'ya geçiş zonunda yer almaktadır. Yörede genel olarak saf kızılçam meşcereleri mevcut olup, yer yer karışıma Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) ve Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) katılmaktadır.

## 2.2. Yöntem

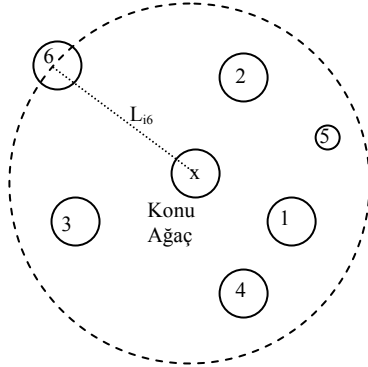
Meşcerede örnekleme yöntemlerinden, ağaç uzaklıkları yönteminde orman alanında ağaçlar, doğal gençleştirmede rasgele, dikimle yetiştirilen meşcerede de geometrik olarak noktalar halinde dağılmaktadır. Bu anlayışla örnekleme, rasgele alınan bir noktanın veya ağacın çevresinde bulunan ağaçların uzaklıklarının ölçümü yoluyla gerçekleştirilebilmektedir (Kalıpsız, 1993).

Yörede normal kapalı, saf, değişik yaş ve bonitetlerdeki kızılçam meşcerelerinden ağaçlar arası uzaklığa bağlı nokta örneklemesine dayalı ve yedi ağacı kapsayan örnek noktalar alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmada da merkez olarak bir konu ağaç seçilmiş ve o konu ağaca en yakın altı ağaç ölçülmüştür (Şekil 2). Hektardaki ağaç sayısını hesaplamak için,

$$N = \left( \frac{10000}{\Pi * L_{i6}^2} (n_i) \right) \quad (1)$$

formülü kullanılmıştır.

(N=Meşcerede ağaç sayısı (ad/ha),  $n_i$ = i'nci örnek noktadaki ağaç sayısı (örnek noktanın sınırladığı alanın yarıçapı 6'ncı komşu ağacın gövde eksenini ortasından geçtiği için ağaç sayısı 6.5 olarak alınmıştır),  $L_{i6}$ =konu ağaç ile komşu 6'ncı ağaç arasındaki uzaklık, x= konu ağaç, 1,2,...,6=komşu ağaçlar ve  $\Pi$ = pi sayısı (3.14)).



Şekil 2. Yedi ağaç örneklemesi

Örnek noktasındaki en uzak ağacın gövde ekseninden konu ağaca olan uzaklık ( $l_{i6}$ ) yarıçap olmak üzere örnek noktanın temsil ettiği dairenin alanı, örnek noktasının alanı [ $\text{Ö.N.A.} = \Pi \cdot (l_{i6})^2$ ] olarak belirlenmiştir. Her bir örnek nokta için hektara çevirme katsayısı ( $10000/\text{Ö.N.A.}$ ) hesaplanmış ve örnek noktadaki çap

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE 7-AĞAÇ ÖRNEK NOKTA YÖNTEMİYLE  
MEŞCERE AĞAÇ SAYISININ ÇAP BASAMAKLARINA DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

basamağı frekans değeri hektardaki değerlere dönüştürülmüştür. Örnek noktada konu ağaca en uzak 6'ncı koşu ağacın bulunduğu çap basamağının frekans değerinin yarısı değerlendirmeye alınmıştır. Çizelge 3'te bir örnek nokta hesaplama örneği verilmiştir.

Çizelgede verilen örnek nokta değerleri için bilinenler formül 1' de yerine konularsa,

$$N = \left( \frac{10000}{3.141592654 * 5.15^2} \right) (6.5) = 780 \text{ ad/ha} \text{ olarak bulunur.}$$

Meşcere orta yaşı, örnek noktalarda ölçülen konu ve komşu ağaçların toprak seviyesinden alınan artım kalemlerinden belirlenen yaşların aritmetik ortalaması olarak tespit edilmiştir.

Örnek noktaların alındığı meşcerelerin bonitet endeksleri (m), örnek noktada ölçülen galip konu ağaç ve galip komşu ağaçların yaş (yıl) ve boy (m) değerleri kızılçam bonitet endeks tablosundan yararlanılarak bulunmuştur (Erkan, 1996).

Sonuçta her örnek noktada her çap basamağına ait dördümlü veri grupları; ağaç sayısı (ad/ha), çap basamağı orta değeri (cm), meşcere yaşı (yıl) ve bonitet endeksi (m) elde edilmiştir.

Çalışmada, meşcere çap dağılımlarının ortaya konması için kullanılan Beta, Gamma, Weibull, Normal ve Log-normal istatistik dağılım modellerine ilişkin açıklamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Beta dağılımı modeli için;  $n = k \cdot (d - d_{\min})^\alpha \cdot (d_{\max} - d)^\beta$  modeli esas alınmıştır. Bu modele logaritma dönüşümü uygulanırsa,  $\ln n = \ln k + \alpha \cdot \ln(d - d_{\min}) + \beta \cdot \ln(d_{\max} - d)$  eşitliği elde edilir. Burada katsayılar Bonitet endeksi (BE) ve yaş (t)'a bağlı olarak değişim göstermektedir.

Beta dağılım modelini yaşı doğrusal olarak etkilediği düşünülürse, model  $(\ln k = a_0, \alpha = a_1 \text{ ve } \beta = a_2)$  alınırsa model;  $\ln n = a_0 + a_1 \cdot \ln(d - d_{\min}) + a_2 \cdot \ln(d_{\max} - d) + [a_3 + a_4 \cdot \ln(d - d_{\min}) + a_5 \cdot \ln(d_{\max} - d)] \cdot t$  şeklinde yazılabilir. Bu modeldeki katsayılarında,  $a_0 = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE$ ,  $a_1 = \beta_4 + \beta_5 \cdot BE$ ,  $a_2 = \beta_8 + \beta_9 \cdot BE$ ,  $a_3 = \beta_2 + \beta_3 \cdot BE$ ,  $a_4 = \beta_6 + \beta_7 \cdot BE$ ,  $a_5 = \beta_{10} + \beta_{11} \cdot BE$  biçiminde bonitet endeksi ile ilişkili olduğu düşünülürse, model bu değişkenleri içeren doğrusal bir denklemlerle aşağıdaki şekilde yazılabilir.

Çizelge 3. Örnek nokta 13'e ait ölçüm karnesi

Konu ağaca ait özellikler				Komşu ağaçlara ait bilgiler				Konu ağaca uzaklık (m)
Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)	Ağaç Yaşı (yıl)	Komşu ağaç no	Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)	Ağaç yaşı (yıl)	Semt açısı (°)	
32.5	15.0	53	<b>1</b>	22.2	13.2	55	15	1.09
Not:			<b>2</b>	31.2	14.5	48	60	1.30
			<b>3</b>	18.3	10.3	49	90	2.35
			<b>4</b>	20.2	12.1	51	183	3.02
			<b>5</b>	20.5	11.3	53	265	3.35
			<b>6</b>	25.2	13.2	53	328	5.15

$$\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot BE \cdot t + \beta_4 \cdot \ln(d - d_{\min}) + \beta_5 \cdot BE \cdot \ln(d - d_{\min}) + \beta_6 \cdot t \cdot \ln(d - d_{\min}) + \beta_7 \cdot t \cdot BE \cdot \ln(d - d_{\min}) + \beta_8 \cdot \ln(d_{\max} - d) + \beta_9 \cdot BE \cdot \ln(d_{\max} - d) + \beta_{10} \cdot t \cdot \ln(d_{\max} - d) + \beta_{11} \cdot BE \cdot t \cdot \ln(d_{\max} - d) \quad (2)$$

Gamma dağılım modeli için;  $n = a \cdot d^b \cdot e^{(c \cdot d)}$  modeli esas alınmıştır. Buradan doğrusal forma dönüştürüp bonitet endeksi ve yaşa göre türeterek aşağıdaki formül elde edilmiştir.

$$\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot BE \cdot t + \beta_4 \cdot d + \beta_5 \cdot BE \cdot d + \beta_6 \cdot t \cdot d + \beta_7 \cdot BE \cdot t \cdot d + \beta_8 \cdot \ln d + \beta_9 \cdot BE \cdot \ln d + \beta_{10} \cdot t \cdot \ln d + \beta_{11} \cdot BE \cdot t \cdot \ln d \quad (3)$$

Weibull dağılım modeli için;  $n = k \cdot d^\alpha \cdot e^{(\beta \cdot d)^\phi}$  fonksiyonu esas alınmıştır. Fonksiyonun logaritması alındığında  $\ln n = \ln k + \alpha \cdot \ln d + \beta \cdot d^\phi$  olur. Eşitliğin son terimi Mac Loren serisine açılabilir. Buna göre, bu ifade  $\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln d + \beta_2 \cdot d + \beta_3 \cdot d^2 + \beta_4 \cdot d^3$  biçiminde yazılabilir. Bu model Weibull fonksiyonuna yaklaşık değerler verebileceğinden çap dağılımının tespitinde kullanılması uygun görülmüştür. Bu modele yaş ve bonitet endeksini sokularak aşağıdaki doğrusal model türetilmiştir.

$$\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot BE \cdot t + \beta_4 \cdot \ln d + \beta_5 \cdot BE \cdot \ln d + \beta_6 \cdot t \cdot \ln d + \beta_7 \cdot BE \cdot t \cdot \ln d + \beta_8 \cdot d + \beta_9 \cdot BE \cdot d + \beta_{10} \cdot t \cdot d + \beta_{11} \cdot BE \cdot t \cdot d + \beta_{12} \cdot d^2 + \beta_{13} \cdot BE \cdot d^2 + \beta_{14} \cdot t \cdot d^2 + \beta_{15} \cdot t \cdot BE \cdot d^2 + \beta_{16} \cdot d^3 + \beta_{17} \cdot BE \cdot d^3 + \beta_{18} \cdot t \cdot d^3 + \beta_{19} \cdot BE \cdot t \cdot d^3 \quad (4)$$

Normal dağılım modeli için;  $n = e^{(a + b \cdot d + c \cdot d^2)}$  fonksiyonu esas alınmıştır. Logaritma dönüşümünü yapıp, bonitet endeksi ve yaşa göre aşağıdaki doğrusal model türetilmiştir.

$$\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot BE \cdot t + \beta_4 \cdot d + \beta_5 \cdot BE \cdot d + \beta_6 \cdot t \cdot d + \beta_7 \cdot BE \cdot t \cdot d + \beta_8 \cdot d^2 + \beta_9 \cdot BE \cdot d^2 + \beta_{10} \cdot t \cdot d^2 + \beta_{11} \cdot BE \cdot t \cdot d^2 \quad (5)$$

Log-normal dağılım modeli için;  $n = e^{(a + b \cdot \ln d + c \cdot \ln^2 d)}$  fonksiyonu esas alınmıştır. Logaritma dönüşümünü yapıp, bonitet endeksi ve yaşa göre doğrusal model türetilmiştir.

$$\ln n = \beta_0 + \beta_1 \cdot BE + \beta_2 \cdot t + \beta_3 \cdot BE \cdot t + \beta_4 \cdot \ln d + \beta_5 \cdot BE \cdot \ln d + \beta_6 \cdot t \cdot \ln d + \beta_7 \cdot BE \cdot t \cdot \ln d + \beta_8 \cdot \ln^2 d + \beta_9 \cdot BE \cdot \ln^2 d + \beta_{10} \cdot t \cdot \ln^2 d + \beta_{11} \cdot BE \cdot t \cdot \ln^2 d \quad (6)$$

Modellerde;  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{11}$ =katsayılar, BE=meşcere bonitet endeksi (m), t=meşcere yaşı (yıl), ln=e tabanında (doğal) logaritma ( $e=2.71828$ ),  $d_{\min}$ =minimum çap (14 cm),  $d_{\max}$ =maksimum çap (50 cm).

Çalışmamızda, örnek noktalardan elde edilen verilerin, Beta, Gamma, Weibull Normal ve Log-normal istatistik dağılımını esas alan regresyon modellerinin oluşturulmasında, modelin katsayılarının çoğul regresyon analizi ile hesaplanmasında, regresyon modelinin uygunluğunun tespiti için F test değerinin bulunmasında SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Ver. 10.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ayrıca, regresyon modelinden elde edilen değerler grafiklerle ortaya konulmuştur.

### 3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Meşcerede ağaçların çap basamaklarına dağılımının ortaya konulması için yapılan çoğul regresyon analizi sonuçlarına ait istatistikler Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir.

İnceleme konusu olarak alınan modellerin çoğul regresyon analizi ile aynı yaşlı kızılçam meşcereleri için en iyi uyum gösteren modelin Log-normal dağılım modeli olduğu, belirtme katsayısı yüksek ve regresyona ait F test değerinin (8.535\*\*\*) daha büyük olmasından anlaşılmaktadır. Bu model ile herhangi bir yaş ve bonitet sınıfındaki meşcerelerde ağaçların çap basamaklarına dağılımını izlemek mümkündür.

Çap dağılımının belirlenmesi için elde edilen logaritmik değerlerin antilogaritması alınmalıdır. Çünkü, elde edilen değerler, model katsayısının belirlenmesinde yaş, çap ve bonitet endeksi değerlerinin logaritmaları alınarak hesaplanması nedeniyle oluşan sistematik bir hatayla yüklüdür. Bu nedenle bir miktar eksiktir. Bu hatanın giderilmesi için antilogaritma alınarak bulunan ağaç sayısı değerlerinin bir düzeltme faktörü ile çarpılması gerekir (Spurr, 1952; Alemdağ, 1962; Akalp, 1978). Bu ilişki için düzeltme faktörü;  $df = e^{0.5 \cdot Se^2} = 1.129217$  olarak hesaplanmıştır. Bu değer (df), logaritma yardımıyla hesaplanan çap basamaklarındaki ağaç sayısının %12.9217 oranında artacağını göstermektedir. Çap basamakları için elde edilen ağaç sayısı değerleri düzeltme faktörü değeri ile çarpılarak elde edilen değerler üzerinden işlemler yapılmıştır.

Altı ağaç örnekleme ile Kızılçam meşcerelerinin yapısına daha uygun bulunan Log-normal dağılım modeli, meşceredeki ağaçların çap basamaklarına dağılımını yaklaşık %39 oranında ( $R^2=0.389$ ) bonitet endeksi, yaş ve çapa bağlı olarak belirleyebilmektedir. Geriye kalan %61'lik kısım ise bugün için bilinmeyen ve denetlenemeyen diğer önemli faktörler ya da rasgele etkenlerden ileri geldiği söylenebilir.

Çizelge 4. Dağılım modellerinin çoğul regresyon analizi sonuçları

	Beta	Gamma	Weibull	Normal	Log-normal
R	0.537	0.621	0.627	0.621	0.623
R <sup>2</sup>	0.288	0.386	0.393	0.385	0.389
F	5.770***	7.309***	5.897***	6.405***	<b>8.535***</b>
Se	0.613	0.497	0.499	0.500	0.493

Çizelge 5. Log-normal dağılımına ait regresyon katsayıları

$\beta_0 = -25.0167211970000$	$\beta_6 = 0^*$
$\beta_1 = 0.144247549691000$	$\beta_7 = 0^*$
$\beta_2 = 0.034026988719130$	$\beta_8 = -3.658735937440000$
$\beta_3 = -0.00843905732524$	$\beta_9 = -0.008188311896088$
$\beta_4 = 21.03308806850000$	$\beta_{10} = 0^*$
$\beta_5 = 0^*$	$\beta_{11} = 0.0005372519386942$

\*Değişken, regresyon analizi yapımı sırasında SPSS programınca önemsiz bulunmuş ve hesaplanmamıştır.



Log-normal dağılım modeli yardımıyla aynı yaşlı, saf kızılçam meşcerelerinde bonitet endeksleri ve yaş itibarıyla meşcere ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımına ait grafiklerin oluşturulmasında örnek noktalardan yararlanarak maksimum ve minimum çap değerlerinin belirlenmesi gereklidir (Saraçoğlu, 1988; Carus, 1996). Yaş ve bonitet endeksine göre maksimum ve minimum çap değerlerinin hesaplanmasında büyüme eğrisini esas alan, korelasyon katsayısı ve F değeri yüksek çıkan model 7 uygun bulunmuştur. Modele ilişkin yapılan regresyon analizi sonuçları Çizelge 6’da, regresyon denklemi kullanılarak bonitet sınıfı ve yaş basamaklarına göre elde edilen maksimum ve minimum çaplarda Çizelge 7’de verilmiştir.

$$d = \frac{t^2}{(\beta_0 + \beta_1.t + \beta_2.t^2) + (\beta_3 + \beta_4.t + \beta_5.t^2)BOE} \quad (7)$$

Çalışmamızda, en uygun dağılım olarak kabul edilen Log-normal dağılımına göre model 6 yardımıyla, aynı yaşlı, saf ve müdahale görmemiş kızılçam meşcerelerinde ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımı şekil olarak incelenmiştir. Bu amaçla, yörede meşcereleri temsil eden bonitet sınıfı (III-IV) ve yaş basamaklarında (40, 60 ve 80) hektardaki ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımını göstermek için modelden elde edilen dengelenmiş değerlere ait eğriler Şekil 3’te gösterilmiştir. Şeklin çizilmesinde model 7 de maksimum çapların belirlenmesinde kullanılmıştır. Çünkü, söz konusu model, belirli yaş ve bonitet endeksindeki meşcerelerde, bulunabilecek en kalın çaplı ağacın göğüs çapını vermektedir.

Meşcere yaşı ilerledikçe meşcerede doğal gövde ayrılmaları ile ağaç sayısı azalmaktadır. Ayrıca, ağaç sayısının çap basamaklarına dağılım eğrilerinin ileri çap basamaklarına doğru kaydığı ve eğri tabanlarının genişlediği görülür (Şekil 3).

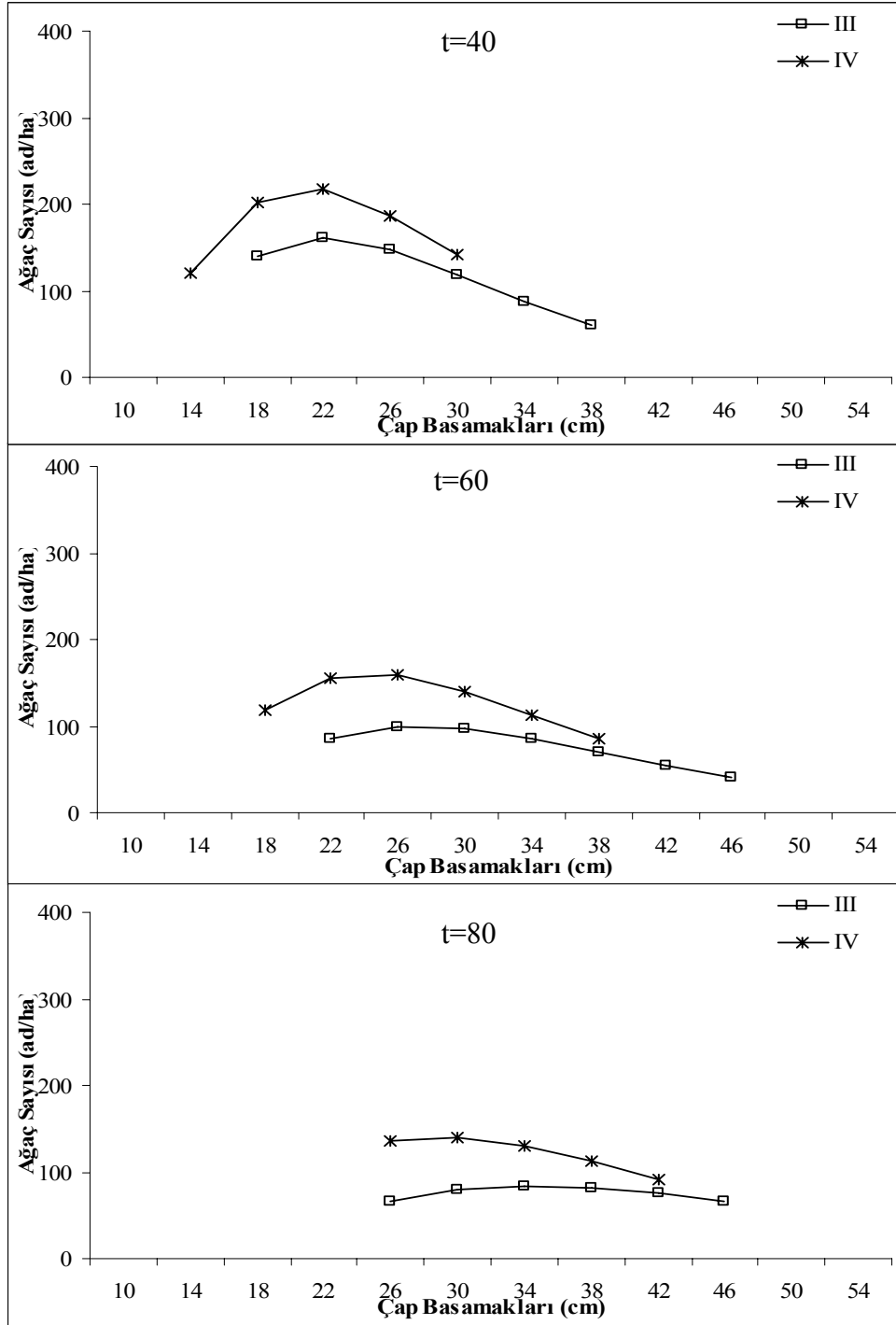
Çizelge 6. Model 7’ye ait regresyon analizinden elde edilen istatistikler ve katsayılar

	İstatistik	Regresyon katsayıları ve değerleri	
$d_{\max}$	R = 0.972***	$\beta_0 = -85.91464789851000$	$\beta_3 = 5.79412421613500$
	$R^2 = 0.945***$	$\beta_1 = 4.247111178632000$	$\beta_4 = -0.24668359300410$
	F = 214.118***	$\beta_2 = -0.008649777588229$	$\beta_5 = 0.001745858905849$
	Se = 1.896		
$d_{\min}$	R = 0.935***	$\beta_0 = -595.98401836150$	$\beta_3 = 33.95227224500$
	$R^2 = 0.875***$	$\beta_1 = 27.0506768025300$	$\beta_4 = -1.475823659082$
	F = 86.707***	$\beta_2 = -0.1973491162476$	$\beta_5 = 0.012625509403$
	Se = 1.517		

Çizelge 7. Model 7’ye göre hesaplan minimum ve maksimum çaplar

	Bonitet Sınıfı	t=40	t=60	t=80
$d_{\max}$	III	35.77	42.99	44.58
	IV	31.77	37.61	41.09
$d_{\min}$	III	21.79	26.65	26.74
	IV	16.86	20.54	24.21

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE 7-AĞAÇ ÖRNEK NOKTA YÖNTEMİYLE MEŞCERE AĞAÇ SAYISININ ÇAP BASAMAKLARINA DAĞILIMININ BELİRLENMESİ



Şekil 3. Log-normal dağılım modeline göre, meşcere ağaç sayısının yaş basamaklarında ve bonitet sınıfına göre çap basamaklarına dağılımının değişimi.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda istatistik dağılımları esas alarak kurulan, Beta, Gamma, Weibull, Normal ve Log-normal dağılım modeller arasında verilere uygunluk açısından pek büyük fark görülmemiştir. Fakat regresyon modelinin uygunluğunun tespiti için hesaplanan F test değeri, Log-normal dağılım modeli için en yüksek bulunmuş ve verilere uygun modelin bu istatistik dağılımı esas alan model olduğu sonucuna varılmıştır. Model, meşceredeki ağaçların çap basamaklarına dağılımını yaklaşık %39 oranında ( $R^2=0.389$ ) bonitet endeksi, meşcere orta yaşı ve çapa bağlı olarak belirleyebilmektedir. Geriye kalan %61'lik kısım ise bugün için bilinmeyen ve denetlenemeyen diğer önemli faktörler yada rasgele etkenlerden ileri geldiği söylenebilir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre uygulamada çalışanlara aşağıda sıralanan önerilerde bulunabiliriz;

1. Bu çalışmada incelenen meşcere çap dağılımlarının modellenmesi sadece Burdur- Ağlasun yöresi aynı yaşlı, müdahale görmemiş, saf kızılçam meşcerelerinde yapılmıştır. Ayrıca, türün yayılış gösterdiği diğer yörelerde yapılacak çalışmalarla veri toplanması, bu istatistik modelin veya benzerlerinin kurulması ile ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımını daha iyi açıklanabilir. Böylece, meşcere yapısı iyi tanınır ve meşcerelerde yapılacak üretim tahminleri daha duyarlı yapılabilir.
2. Belirli bir yaş ve bonitet sınıfındaki bir meşcerede maksimum hacim artımının sağlanabilmesi için çap basamaklarındaki ağaç sayılarının bilinmesi gerekir. Bu dağılım modeli söz konusu amaç için kullanılabilir.
3. İstatistik dağılım fonksiyonlarını temel alan regresyon modelleri, hasılat çalışmalarında meşcere simülasyonlarına yardımcı olmaktadır. Meşceredeki bireylerin çap basamaklarına dağılımının bilinmesi ile belirli zaman aralıklarında oluşan artımlar (çap, hacim vb.) daha doğru olarak tahmin edilebilmektedir (Carus, 1998).

#### KAYNAKLAR

- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 160 s., Ankara.
- Bailey, R.L., Dell, T.R., 1973, Quantifying Diameter Distributions with the Weibull Function, Forest Sci., 19: 97-104.
- Bliss, C.I., Reinker, K.A., 1964. A Log-normal Approach to Diameter Distribution in Even-Aged Stands. Forest Sci. 10:350-360.
- Bruce R. Knoebel, B.R., Burkhardt, H.E., Beck, D.E., 1986, A Growth And Yield Model For Thinned Stands of Yellow-Poplar, Supplement To Forest Science, Vol. 32, No. 2, USA.
- Burkhardt, H. E., Strub, M. R., 1974. A Model For Simulation of Planted Loblolly Pine Stands. In Growth Models For Tree and Stand Simulation (J. Fries, ed), p 128-135. Royal Coll For, Stockholm, Sweden.
- Burkhardt, H.E., Farrar, K.D., Amateis, R.L. and Daniels, R.F., 1987. Simulation of Individual Tree Growth And Stand Development in Loblolly Pine Plantations On Cutover, Site-Prepared Areas. Publ. No. FWS-1-87, School of Forestry and WildlifeResources, VPI&SU, 47 pp.

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE 7-AĞAÇ ÖRNEK NOKTA YÖNTEMİYLE  
MEŞCERE AĞAÇ SAYISININ ÇAP BASAMAKLARINA DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

- Cao, Q.V., 1997. A Method to Distribute Mortality in Diameter Distribution Models. *Forest Sci.* 43:435-442.
- Carus, S., 1996. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Meşcerelerinde Çap Dağılımının Bonitet ve Yaşa Göre Değişimi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 46, Sayı 2, s., 171-181.* İstanbul.
- Carus, S., 1998, Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, 359 s., İstanbul*
- Clutter, J.I., Bennet, F.A., 1965. Diameter Distributions in Old-Field Slash Pine Plantations, *Ga.For.Res.Counc.Rep.*, 13, 9 pp.
- Clutter, J.L. Fortson J.C., Pienaar, L.V., Brister, G.H., Bailey, R.L., 1983. *Timber Management: A Quantitative Approach*, New York:John Wiley.
- Erkan, N. 1996. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşçere Gelişiminin Simülasyonu. *GDO Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Seri No 1, 148 s., Elazığ.*
- Kalipsız, A. 1988. Orman Hasılat Bilgisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No 4060/448, 349 s. İstanbul.*
- Lappi, J., Bailey, R.L., 1987. Estimating of the Diameter Increment Function or Other Tree Relations Using Single-Count Samples, *Forest Sci.*, 33:725-739.
- Lenhart, J. D. 1972. Cubic Volume Yields For Unthinned Old-Field Loblolly Pine Plantations in The Interior West Gulf Coastal Plain. *Texas For Pap 14, 46 p.*
- Lenhart, J.D., Clutter, J.L., 1971. Cubic-Foot Yield Tables for Old-Field Loblolly Pine Plantations in The Georgia Piedmont, *Ga.For.Res.Counc.Rep.*, 22, 13 pp.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E., 1973. *Forest Inventory. Volume II. BVL Vertagsgeellschaft, München.*
- Mc Gee, C.E., Della-Bianca, L., 1967. Diameter Distributions in Natural Yellow Poplar Stands, *Forest Serv Res Pap SE-25, 7 p. Southeast Forest Exp Stn.*
- Mısır, N., 2003. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri. *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 209 s., Trabzon.*
- Mike, N., Strub, R., Burkhardt, H.E., 1975. A Class-Internal-Free Method for Obtaining Expected Yield from Diameter Distributions. *Forest Sci.*30:573-581.
- Nelson, T.C., 1964. Diameter Distribution and Growth of Loblolly Pine. *Forest Sci*, 10:105-115.
- Nepal, S.N., Somers, G.L., 1992. A Generalized Approach to Stand Table projection. *Forest Sci*, 38:120-133.
- Newnham, R.M., Smith, J.H.G., 1964. Development and Testing of Stands Models for Douglas Fir and Lodgepole Pine. *Forest Chron.*, 40:494-502.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. *Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 312 s., Ankara.*
- Schreuder, T.H., Hafley, W.L., Bennet, F.A., 1979. Yield Predictions for Unthinned Natural Slash Pine Stands. *Forest Sci.* 25:25-30.
- Yavuz, H., Gül, A.U., Mısır, N., Özçelik, R., Sakıcı, O.E., 2002. Meşcerelerde Çap Dağılımlarının Düzenlenmesi ve Bu Dağılımlara İlişkin Parametreler ile Çeşitli Meşçere Öğeleri Arasında İlişkilerin Belirlenmesi. *Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 18-19 Nisan, İstanbul.*