

Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık Meşcerelerinde Çap Dağılımlarının Olasılık Yoğunluk Fonksiyonları ile Belirlenmesi

*İlker ERCANLI, Hakkı YAVUZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon

*Sorumlu yazar: ercanli@ktu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.02.2010

Özet

Ağaçların çap basamaklarına dağılımı, meşcerenin yapısı hakkında bilgiler veren bir meşcere özelliği olarak büyük bir önem taşımaktadır. Çap dağılımlarının modellenmesinde genellikle, olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcerelerinin çap dağılımlarının modellenmesinde, 2 parametrelili Gamma, 3 parametrelili Gamma, Beta, Lognormal, Normal, 2 Parametrelili Weibull, 3 Parametrelili Weibull ve Johnson S_B fonksiyonları olmak üzere toplam 8 adet olasılık yoğunluk fonksiyonu çap dağılımlarını temsil başarılarına göre karşılaştırılmıştır. Aktüel çap dağılımı ile fonksiyonlarla tahmin edilen çap dağılımı arasındaki farklara göre hesaplanan hata indeksi değerlerine göre yapılan karşılaştırma ile Doğu Ladini için Johnson S_B ve Sarıçam için ise, 3 parametrelili Weibull fonksiyonu en başarılı fonksiyonlar olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çap dağılımı, Olasılık yoğunluk fonksiyonu, Karışık meşcereler

The Probability Density Functions to Diameter Distributions for Oriental Spruce and Scots Pine Mixed Stands

Abstract

Diameter distributions is important stand characteristic for describing forest stand structure. Diameter distributions were generally characterized by probability density functions (pdf). In this study, The Weibull with two parameters, Weibull with three parameters, Gamma with two parameters, Gamma with three parameters, Beta, Lognormal with two parameters, Lognormal with three parameters, Normal, Johnson S_B , were compared based on performance of describing different diameter distribution for Oriental Spruce and Scots Pine Mixed Stands in Trabzon and Giresun Forest District Directorates. The results showed that Johnson S_B for oriental spruce and Weibull with three parameters for Scots pine is the best successful function to describe diameter distributions based on error index values calculated by difference between observed and predicted diameter distributions.

Key words: Diameter distribution, Probability density function, Mixed stands

Giriş

Ağaçların çap basamaklarına dağılımı, meşcerenin yapısı hakkında önemli bilgiler veren bir meşcere özelliği olarak önem taşımaktadır (Loetsch et. al., 1973; Bailey and Dell, 1973). Özellikle, meşcere yapıları, günümüz ve gelecekteki çap dağılımlarının ortaya konulması ile tanımlanmaktadır. Ormanlık planlaması açısından önemli bir bilgi olan ormandan elde edilecek ürün çeşitlerinin belirlenmesi ise, meşcerelerin çap dağılımlarının tahmin edilmesi ile mümkün olabilmektedir (Rennols et. al., 1985; Borders and Patterson, 1990; Laar and Akça, 2007).

Ormanlıkta çap dağılımları konusunda yapılan ilk çalışmalar, 1883 yılında Gram'ın kayın meşcerelerinin çap dağılımlarını normal dağılıma ve 1898 yılında De Liocourt'un değişik yaşlı meşcerelerde çap dağılımlarını exponential dağılıma uygun olduğunu ifade ettiği çalışmalarıdır (Leak, 1965; Packard, 2000). Özellikle, 1960'lı yıllarla birlikte, ormanlıkta çap dağılımlarının modellenmesinde, olasılık yoğunluk fonksiyonları "*probability density function (pdf)*" kullanılmaya başlanmıştır (Packard, 2000). İlk olarak, Clutter and Bennet (1965) çap dağılımlarını, dört parametrelili beta fonksiyonu ile modellemişlerdir (Packard, 2000). Devam

eden süreçte, değişik olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılarak çok sayıda çalışma yayınlanmıştır (Bailey and Dell, 1973; Smalley and Bailey, 1974; Haffley and Schreuder, 1977; Rennols et. al., 1985; Knoebel et. al., 1986; Pukkala et. al., 1990; Saramaki, 1992; Packard, 2000; Liu et. al., 2004; Podlaski 2006; Palahi et. al., 2007). Özellikle bu çalışmalar değerlendirildiğinde, ormancılıkta çap dağılımlarının modellenmesinde; Normal (Bailey, 1980), Lognormal (Bliss and Reinker, 1964), Gamma (Nelson, 1964), Beta (Clutter and Bennet, 1965), Johnson's SB (Johnson, 1949) ve Weibull fonksiyonu (Weibull, 1951) gibi çeşitli olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılmaktadır.

Ülkemizde ise, Değişik yaşlı Gökmar (Saraçoğlu, 1988) ve Kayın (Atıcı, 1998) meşcereleri ile Eşit yaşlı Kayın (Carus, 1996), Dışbudak (Yavuz ve ark., 2002) ve Kızılçam (Carus ve Çatal, 2008) meşcereleri için olasılık yoğunluk fonksiyonları ile çap dağılımları tanımlanmıştır.

Bu çalışmada Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcerelerinden alınan 161 adet örnek alan verisine bağlı olarak, meşcerelerin çap dağılımlarını temsil etmedeki başarıları bakımından çeşitli olasılık yoğunluk fonksiyonlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirme sürecine alınan olasılık yoğunluk fonksiyonları olarak, 2 parametrelili Gamma, 3 parametrelili Gamma, Beta, Lognormal, Normal, 2 Parametrelili Weibull, 3 Parametrelili Weibull ve Johnson S_B fonksiyonları olmak üzere toplam 8 adet fonksiyon değerlendirilmiştir.

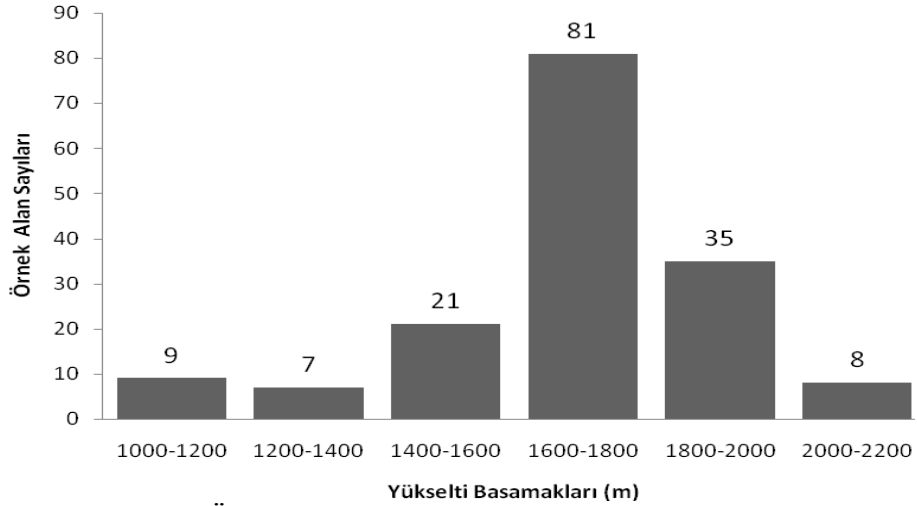
Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan eşit yaşlı Doğu Ladini-Sarıçam karışık meşcerelerinden (LCs veya CsL) alınan 161 adet örnek alanlardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Trabzon Orman Bölge

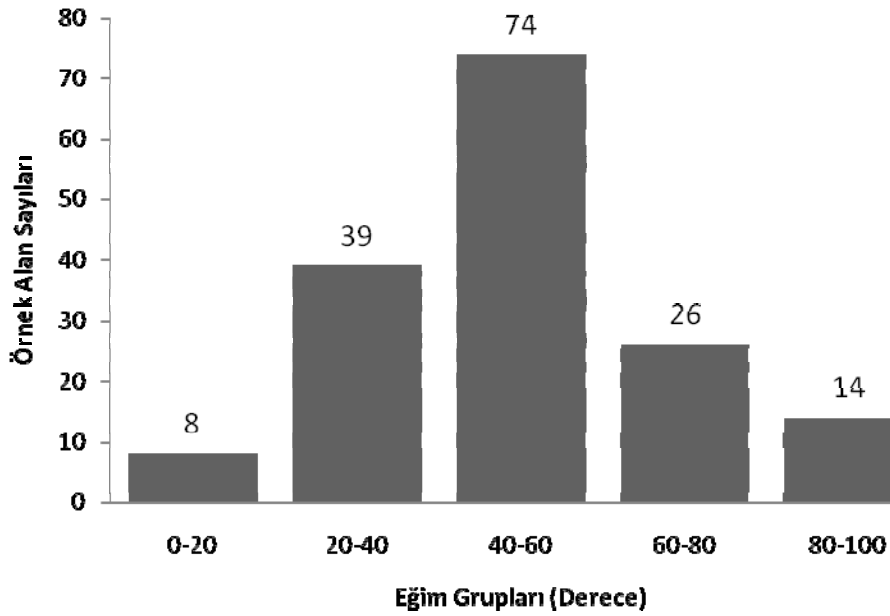
Müdürlüğü sınırları içerisindeki Torul Orman İşletme Müdürlüğü Zigana Orman İşletme Şefliğinden (O.İ.Ş.) 30, Kürtün O.İ.Ş.'den 20, Sarıçadağ O.İ.Ş.'den 18, Örumcek O.İ.Ş.'den 20, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak O.İ.Ş.'den 8 ve Sürmene O.İ.M Çaykara O.İ.Ş.'den 10 adet olmak üzere toplam 106 adet örnek alan alınmıştır. Giresun Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Tirebolu O.İ.M Akılbaba O.İ.Ş.'den 17, Dereli O.İ.M. İkisü O.İ.Ş.'den 14, Espiye O.İ.M Karaduğa O.İ.Ş.'den 24 adet olmak üzere toplam 55 adet örnek alanlar alınmıştır (Ercanlı, 2010).

Örnek alanların denizden yükseklikleri incelendiğinde (Şekil 1); 161 örnek alandan 9'nun 1000-1200 m, 7'sinin 1200-1400 m, 21'nin 1400-1600 m, 81'nin 1600-1800 m, 35'nin 1800-2000 metreler arasında ve 8'nin ise 2000 metreden daha fazla bir yükseltiye sahip oldukları görülecektir ($\bar{X}=1678$ m). Örnek alanların yükseltiye bağlı dağılımları değerlendirildiğinde ise, özellikle Doğu Ladini-Sarıçam karışık meşcerelerinin, çoğunlukla 1400-2000 metreler arasındaki alpin ve sulp alpin alanlarda yer aldıkları görülecektir. Örnek alanlara ilişkin eğim değerleri incelendiğinde (Şekil 2); 161 örnek alandan 8'nin 0° ile 20° , 39'nun 20° ile 40° , 74'nün 40° ile 60° , 26'sının 60° ile 80° ve 14'nün 8° ile 100° arasındaki eğimli alanlarda yer aldıkları görülecektir ($\bar{X}=47^\circ$).

Bu çalışmada, Doğu Ladini-Sarıçam karışık meşcerelerinin artım ve büyüme ilişkilerinin ortaya konulması amaçlandığından, farklı karışım oranlarına sahip meşcerelerin örneklenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Örnek alanların, Doğu Ladini göğüs yüzeylerinin örnek alandaki toplam göğüs yüzeyine oranı olarak hesaplanan karışım oranlarına göre değişimi incelendiğinde (Şekil 3); 161 örnek alandan 11'nin 0.2 oranına, 31'si 0.3 oranına, 40'si 0.4 oranına, 27'si 0.5 oranına, 20'si 0.6 oranına, 20'si 0.7 oranına, 12'si 0.8 oranına sahip oldukları görülecektir. Bu bakımdan farklı karışım oranlarına sahip alanların örneklenmesi söylenebilir.



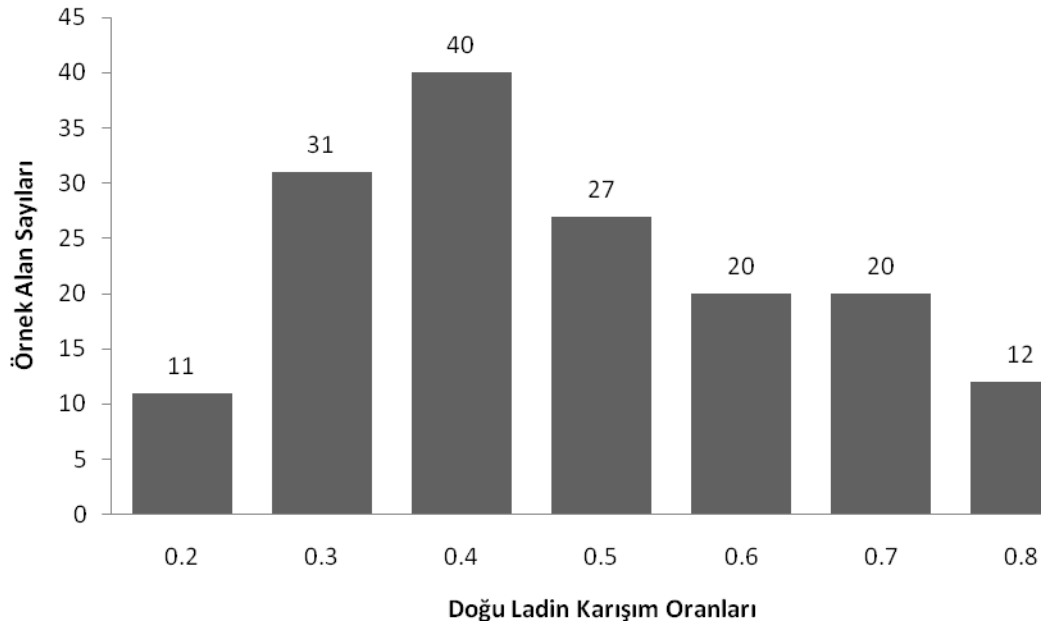
Şekil 1. Örnek alanların yükselti basamaklarına dağılımları



Şekil 2. Örnek alanların eğim gruplarına dağılımları

Örnek alanlar daire biçiminde olup, büyüklükleri meşcere yapısı ve karışımı temsil durumuna göre 600 m² ile 1200 m² arasında değişmektedir. Bu örnek alanlarda, göğüs çapları 8 cm ve daha büyük tüm ağaçlarda göğüs çapları ($d_{1,30}$) ölçülmüştür. 161 örnek alanda, 4670'i Sarıçam ve 6404'ü Doğu Ladini olmak üzere toplam 11074 adet ağaçta ölçüm gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek alanda, çap basamağı genişliği 4 cm alınarak, Doğu Ladini ve Sarıçam için ayrı ayrı olmak üzere çap dağılımları elde

edilmiştir. Bu örnek alanlardaki tahmini çap dağılımlarının elde edilmesinde ise, 2 parametrelili Gamma, 3 parametrelili Gamma, Beta, Lognormal, Normal, 2 Parametrelili Weibull, 3 Parametrelili Weibull ve Johson S_B fonksiyonları olmak üzere toplam 8 adet olasılık yoğunluk fonksiyonlarının parametreleri; maksimum olabilirlik "Maximum Likelihood Estimation, MLE" yöntemi ile her bir deneme alanında ve her iki tür için ayrı ayrı olmak üzere hesaplanmıştır.



Şekil 3. Örnek alanların Doğu Ladini karışım oranlarına dağılımları

2 parametrelili Gamma Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Nelson, 1964);

$$F(x, \alpha, \beta) = \alpha \cdot e^{-\beta \cdot x}$$

3 parametrelili Gamma Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Lawless, 1982);

$$F(x, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{(x-\gamma)^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha} \cdot \Gamma(\alpha)} \cdot \exp(-(x-\gamma)/\beta)$$

Beta Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Clutter ve Bennet, 1965);

$$F(x, \alpha_1, \alpha_2, a, b) = \frac{1}{B(\alpha_1, \alpha_2)} \cdot \frac{(x-1)^{\alpha_1-1} \cdot (b-x)^{\alpha_2-1}}{(b-a)^{\alpha_1+\alpha_2-1}}$$

Log-normal Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Bliss ve Reinker, 1964);

$$F(x, \mu, \sigma, \gamma) = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln(x-\gamma) - \mu}{\sigma}\right)^2\right)}{(x-\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}}$$

Normal Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Bailey, 1980);

$$F(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

2 parametrelili Weibull Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Schreuder ve Swank, 1964);

$$F(x, \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

3 parametrelili Weibull Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Bailey ve Dell, 1973);

$$F(x, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha-1} \cdot \exp\left(-\left(\frac{x-\gamma}{\beta}\right)^{\alpha}\right)$$

Johnson S_B Olasılıklı Yoğunluk Fonksiyonu (Johnson, 1949);

$$F(x, \delta, \lambda, \gamma, \xi) = \frac{\delta}{\lambda \cdot \sqrt{2 \cdot \pi} \cdot z \cdot (1-z)} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\gamma + \delta \cdot \ln\left(\frac{z}{1-z}\right)\right)^2\right)$$

Bu formüllerde, x: çap (cm), μ : aritmetik ortalama, σ : standart sapma, $a_1, a_2, a, b, \gamma, \alpha, \beta, \delta, \lambda, \gamma, \xi$ ise fonksiyonların parametreleridir. Formülleri verilen olasılık yoğunluk fonksiyonlarının parametrelerinin tahmini, *EasyFit* adlı paket programı ile (EasyFit 5.1 Inc., 2009) gerçekleştirilmiştir.

Tüm örnek alanlarda, her iki tür için birbirinden bağımsız olarak 8 farklı çap dağılım fonksiyonunun parametreleri tahmin edildikten sonra, bunların bu deneme alanının çap dağılımına istatistiksel anlamda uygunluk düzeyleri, Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilmiştir.

Uygunluk testleri sonucunda, birden fazla olasılıklı yoğunluk fonksiyonu, bir örnek alanın çap dağılımına uygun düşebilmektedir. Bu nedenle, farklı olasılık yoğunluk fonksiyonlarının, çap dağılımlarını temsil etmedeki başarı düzeylerini belirlemek için bazı istatistiksel ölçütlere ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle bu konuda yapılan araştırmalarda, Rennolds et. al., (1988) tarafından geliştirilen hata indeksi "error index" genel kabul görmüş ve yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

$$e = \sum_{i=1}^m |N_{Tahmin} - N_{aktüel}|$$

Burada e ; hata indeksini, m ; örnek alandaki çap basamağı sayısı, N_{Tahmin} ; ilgili olasılık yoğunluk fonksiyonu ile tahmin edilen ağaç sayısı, $N_{aktüel}$; çap basamağındaki ölçülen aktüel ağaç sayısını göstermektedir. Çalışmamızda parametreleri tahmin edilen istatistiksel dağılım fonksiyonlarının, örnek alandaki çap dağılımlarını temsil etme başarıları, hata indeksi değerinin küçük

olması ile ifade edilmiştir. Bu amaçla örnek alanda en küçük hata indeksine sahip dağılım fonksiyonuna 1 sıra numarası verilerek, giderek artan bir şekilde hata değerlerine sahip istatistiksel dağılımlara sıra numaraları verilerek, örnek alandaki çap dağılımlarını temsil etme başarıları bakımından sıralanmıştır. Olasılık yoğunluk fonksiyonlarının örnek alanlardaki çap dağılımlarını modellemedeki başarı durumlarını ifade eden sıra numaraları toplanarak, toplamda en küçük sıra numarasına sahip dağılım fonksiyonu; çap dağılımlarını en iyi temsil eden fonksiyon olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, 8 farklı olasılık yoğunluk fonksiyonunun örnek alanların çap dağılımlarına uygunluğunun test edilmesinde Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre; Doğu Ladini için elde edilen 161 örnek alana ilişkin çap dağılımlarından 155'inde 2 parametrelili Gamma, 156'sında 3 parametrelili Gamma, 152'sinde Beta, 155'inde Log-Normal, 154'ünde Normal, 150'sinde 2 parametrelili Weibull, 155'inde 3 parametrelili Weibull ve 159'unda ise Johnson S_B dağılımlarının istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyi ile uygun oldukları belirlenmiştir. Sarıçam için elde edilen 161 örnek alana ilişkin çap dağılımlarından 152'sinde 2 parametrelili Gamma, 157'sinde 3 parametrelili Gamma, 156'sında Beta, 158'inde Log-Normal, 153'ünde Normal, 152'sinde 2 parametrelili Weibull, 160'ında 3 parametrelili Weibull ve 157'sinde ise Johnson SB dağılımlarının

istatistiksel olarak 0.05 önem düzeyi ile uygun oldukları belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak uygun olan bu olasılık yoğunluk fonksiyonlarından, çap dağılımlarını temsil etmede en başarılı olan fonksiyonun belirlenmesinde ise Rennolds et. al., (1988) tarafından önerilen hata indeksi "error index" kullanılmıştır. Doğu Ladini için Tablo 1'de ve Sarıçam için Tablo 2'de, her bir örnek alanlarda dağılım fonksiyonlarına ilişkin hata indeksi değerleri ile bu değerlere göre belirlenen sıra numaraları verilmiştir.

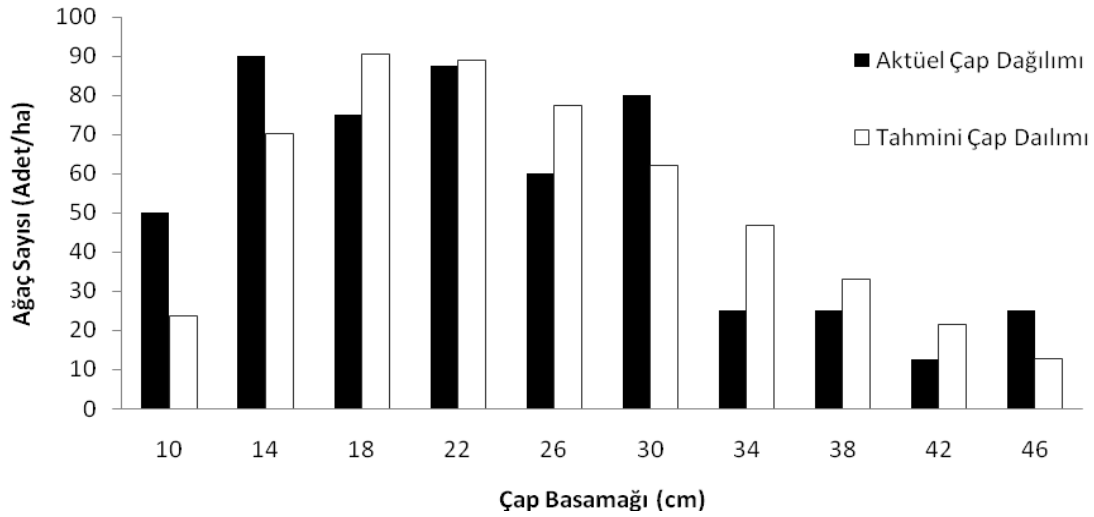
Doğu Ladini için düzenlenen Tablo 1 incelendiğinde, 2 parametrelili gamma fonksiyonu 14 defa 1. sırada, 14 defa 2. sırada, 17. defa 3. sırada, 29 defa 4. sırada, 36 defa 5. sırada, 29 defa 6. sırada, 14 defa 7. sırada, 8 defa 8. sırada yer almıştır. 2 parametrelili Gamma fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ise, 4.503'tür. 3 parametrelili Gamma fonksiyonu, 31 defa 1. sırada, 22 defa 2. sırada, 28. defa 3. sırada, 15 defa 4. sırada, 19 defa 5. sırada, 17 defa 6. sırada, 15 defa 7. sırada, 14 defa 8. sırada yer almıştır. 3 parametrelili Gamma fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 3.932'dir. Beta fonksiyonu, 32 defa 1. sırada, 18 defa 2. sırada, 13 defa 3. sırada, 22 defa 4. sırada, 15 defa 5. sırada, 21 defa 6. sırada, 8 defa 7. sırada, 32 defa 8. sırada yer almıştır. Beta fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.398'dir. Log-Normal fonksiyonu, 6 defa 1. sırada, 13 defa 2. sırada, 16 defa 3. sırada, 22 defa 4. sırada, 26 defa 5. sırada, 34 defa 6. sırada, 24 defa 7. sırada, 20 defa 8. sırada yer almıştır. Log-Normal fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 5.155'dir. Normal fonksiyonu, 21 defa 1. sırada, 8 defa 2. sırada, 13 defa 3. sırada, 13 defa 4. sırada, 13 defa 5. sırada, 21 defa 6. sırada, 45 defa 7. sırada, 27 defa 8. sırada yer almıştır. Normal fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 5.279'dir. 2 parametrelili Weibull fonksiyonu, 6 defa 1. sırada, 20 defa 2. sırada, 18 defa 3. sırada, 19 defa 4. sırada, 12 defa 5. sırada, 14 defa 6. sırada, 32 defa 7. sırada, 43 defa 8. sırada yer almıştır. 2 parametrelili Weibull fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 5.4.97'dir. 3 parametrelili Weibull fonksiyonu,

16 defa 1. sırada, 31 defa 2. sırada, 28 defa 3. sırada, 23 defa 4. sırada, 17 defa 5. sırada, 20 defa 6. sırada, 15 defa 7. sırada, 11 defa 8. sırada yer almıştır. 3 parametrelili Weibull fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.097'dir. Johnson S_B fonksiyonu 38 defa 1. sırada, 35 defa 2. sırada, 28 defa 3. sırada, 18 defa 4. sırada, 23 defa 5. sırada, 5 defa 6. sırada, 8 defa 7. sırada, 6 defa 8. sırada yer almıştır. Johnson S_B fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 3.186'dir. Çap dağılım fonksiyonlarının hata indeks değerlerine göre belirlenen başarı sıralamaları değerlendirildiğinde, özellikle Doğu Ladini ağaçlarının çap dağılımlarını temsil etmede Johnson-SB fonksiyonu fonksiyonun en başarılı fonksiyon olduğu söylenebilir.

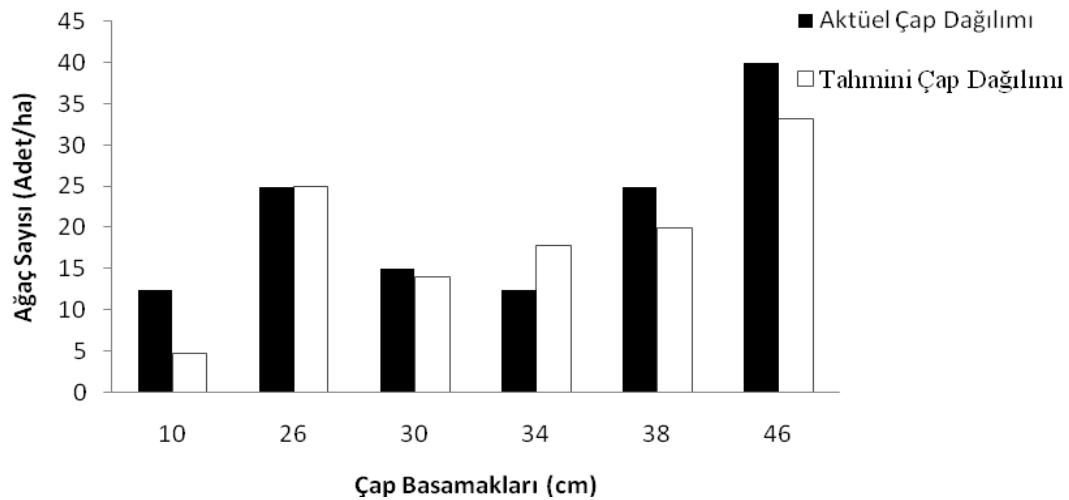
Sarıçam için düzenlenen Tablo 2 incelendiğinde, 2 parametrelili Gamma fonksiyonu 7 defa 1. sırada, 12 defa 2. sırada, 12 defa 3. sırada, 20 defa 4. sırada, 14 defa 5. sırada, 27 defa 6. sırada, 24 defa 7. sırada, 45 defa 8. sırada yer almıştır. 2 parametrelili Gamma fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ise, 5.634'tür. 3 parametrelili Gamma fonksiyonu, 4 defa 1. sırada, 16 defa 2. sırada, 25 defa 3. sırada, 26 defa 4. sırada, 32 defa 5. sırada, 27 defa 6. sırada, 23 defa 7. sırada, 8 defa 8. sırada yer almıştır. 3 parametrelili Gamma fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.733'dir. Beta fonksiyonu, 27 defa 1. sırada, 25 defa 2. sırada, 19 defa 3. sırada, 10 defa 4. sırada, 6 defa 5. sırada, 16 defa 6. sırada, 22 defa 7. sırada, 36 defa 8. sırada yer almıştır. Beta fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.609'dir. Log-Normal fonksiyonu, 18 defa 2. sırada, 21 defa 3. sırada, 31 defa 4. sırada, 42 defa 5. sırada, 36 defa 6. sırada, 8 defa 7. sırada, 5 defa 8. sırada yer almıştır. Log-Normal fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.627'dir. Normal fonksiyonu, 6 defa 1. sırada, 17 defa 2. sırada, 24 defa 3. sırada, 30 defa 4. sırada, 21 defa 5. sırada, 18 defa 6. sırada, 36 defa 7. sırada, 9 defa 8. sırada yer almıştır. Normal fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 4.776'dir. 2 parametrelili Weibull fonksiyonu, 5 defa 1. sırada, 19 defa 2. sırada, 17 defa 3. sırada, 16 defa 4. sırada, 20 defa 5. sırada, 19 defa 6.

sırada, 24 defa 7. sırada, 41 defa 8. sırada yer almıştır. 2 parametrelili Weibull fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 5.391'dir. 3 parametrelili Weibull fonksiyonu, 87 defa 1. sırada, 26 defa 2. sırada, 14 defa 3. sırada, 12 defa 4. sırada, 7 defa 5. sırada, 1 defa 6. sırada, 5 defa 7. sırada, 9 defa 8. sırada yer almıştır. 3 parametrelili Weibull fonksiyonu için ortalama başarı sıra numarası ortalaması ise, 2.342'dir. Johnson S_B fonksiyonu 25 defa 1. sırada, 28 defa 2. sırada, 29 defa 3. sırada, 16 defa 4. sırada, 19 defa 5. sırada, 17 defa 6. sırada, 19 defa 7. sırada, 8 defa 8. sırada yer almıştır. Johnson S_B fonksiyonu için ortalama başarı

sıra numarası ortalaması ise, 3.888'dir. Çap dağılım fonksiyonlarının hata indeksine göre belirlenen başarı sıralamalarına ilişkin sonuçlar değerlendirildiğinde, özellikle Sarıçam ağaçlarının çap dağılımlarını temsil etmede 3 parametrelili Weibull fonksiyonun en başarılı fonksiyon olduğu söylenebilir. Şekil 4 ve 5'te, 1 numaralı örnek alanın Doğu Ladini ve Sarıçam ağaçlarının mevcut ölçülen aktüel çap dağılımları ile Doğu Ladini için Johnson-SB ve Sarıçam ağaçları için 3 parametrelili Weibull dağılımı ile tahmin edilen çap dağılımları karşılaştırmalı olarak görülmektedir.



Şekil 4. 1 numaralı örnek alanın Doğu Ladini ağaçların aktüel çap dağılımı ile Johnson S_B fonksiyonu ile tahmini çap dağılımları



Şekil 5. 1 numaralı örnek alanın Sarıçam ağaçların aktüel çap dağılımı ile 3 parametrelili Weibull fonksiyonu ile tahmini çap dağılımları

Sonuçlar

Bu çalışmada, Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan eşit yaşlı Doğu Ladini-Sarıçam karışık meşcerlerinden (LCs veya CsL) alınan 161 adet örnek alanlardan elde edilen verilere bağlı olarak, çap dağılımlarının en iyi şekilde temsil edecek olasılık yoğunluk fonksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ilk aşamada, çalışma alanındaki karışık meşcerelerinin mevcut aktüel çap dağılımları elde edilmiş ve bir sonraki aşamada ise, 2 parametrelili Gamma, 3 parametrelili Gamma, Beta, Lognormal, Normal, 2 Parametrelili Weibull, 3 Parametrelili Weibull ve Johnson S_B olmak üzere toplam 8 adet olasılık yoğunluk fonksiyonları ile tahmini çap dağılımları tahmin edilmiştir. Son aşamada ise, olasılık yoğunluk fonksiyonların çap dağılımlarını temsil etmedeki başarıları ise, aktüel ve tahmini çap dağılımları arasındaki mutlak farka göre hesaplanan, hata indeksi (Rennolds et. al., 1988) değerlerine göre her bir tür için ayrı ayrı olmak üzere belirlenmiştir.

Doğu Ladini için yapılan bu karşılaştırmada, çap dağılımlarını modellemede en düşük hata değerlerine sahip ve dolayısıyla farklı çap dağılımlarını temsil etmede en başarılı olasılıklı yoğunluk fonksiyonu, 3.186 ortalama başarı sıralamasıyla Johnson S_B fonk olduğu belirlenmiştir. Diğer fonksiyonlar ise ortalama başarı sıralaması olarak; 3 parametrelili Gamma (3.932), 3 parametrelili Weibull (4.097), Beta (4.398), 2 parametrelili Gamma (4.503), Log-Normal (5.155), Normal (5.279) ve 2 parametrelili Weibull (5.497) fonksiyonları olarak sıralanmaktadır. Sarıçam için ise, 2.342 ortalama başarı sırası ile 3 parametrelili Weibull fonksiyonu, çap dağılımlarını temsil etmede en başarılı fonksiyon olarak belirlenmiştir. Diğer fonksiyonlar ise, başarı sıralaması olarak; Johnson S_B (3.888), Beta (4.609), Log-Normal (4.627), 3 parametrelili Gamma (4.733), Normal (4.776), 2 parametrelili Weibull (5.391), 2 parametrelili Gamma (5.634) fonksiyonu olarak sıralanmaktadır.

3 Parametrelili Weibull ve 4 parametrelili Johnson S_B fonksiyonları, diğer birçok çalışmada da, çap dağılımlarını modellenmesinde en uygun fonksiyonlar

olarak belirlenmiştir (Schreuder and Swank, 1974; Hafley and Schreuder, 1977; Gadow, 1984; Borders et. al., 1987; Zhang et. al., 2003). 3 parametrelili Weibull ve Johnson S_B fonksiyonlarının çap dağılımlarını modellemedeki bu başarıları, parametre sayılarının 3 ve 3'den fazla olmaları ile farklı yapıdaki çap dağılımlarını temsil etme kabiliyetlerine ve esnekliklerine dayanmaktadır (Liu et. al., 2004). 3 Parametrelili Weibull fonksiyonu, farklı çap dağılımlarını temsil kabiliyetlerindeki başarıları ile eşit yaşlı meşcereler yanında, değişik yaşlı meşcerelerin çap dağılımlarını modellemede de kullanılabilir (Çavlović et. al., 2006; Zhang and Liu, 2006). Ülkemizde ise, Yavuz ve ark. (2002), Dışbudak meşcilerinin çap dağılımlarının modellenmesinde Gamma, Log-Normal, Normal ve 2 Parametrelili Weibull dağılımlarını karşılaştırılmış ve 2 parametrelili Weibull fonksiyonu en başarılı fonksiyon olarak belirlemişlerdir. Carus (1996) ise, eşityaşlı kayın meşcileri için Gamma fonksiyonun çap dağılımlarını temsil etmede en başarılı fonksiyon olarak belirlemiştir. Çap dağılımları farklı yetiştirme ortamları ve meşcere kuruluşları için farklı özellikler göstermektedirler. Bu durum, çap dağılımlarının farklı bir çok meşcere özelliğinin ve çevresel koşulların birbiriyle karşılık etkileşimleri sonucu meydana gelmesi açıklanmaktadır. Özellikle, çap dağılımları konusunda etkin ve tutarlı tahminlerin yapılması, bu meşcerelerden alınacak devamlı ve yarı devamlı deneme alanlarının alınarak belirli periyotlarla ölçülmesi ile mümkün olabilecektir. Dünyada, çap dağılımlarına ilişkin modeller, belirli periyotlarla ölçülen deneme alanlarına bağlı olarak düzenlenmekte ve böylece meşcere yapılarına ilişkin ayrıntılı sonuçlar daha doğru ve tutarlı bir şekilde elde edilebilmektedir.

Tablo 1 Doğu Ladininde çap dağılımlarına ilişkin hesaplanan hata indeksi değerleri ile bu değerlere göre belirlenen sıra numaraları

Örnek Alan	2-Gamma		3-Gamma.		Beta		Log-Normal		Normal		2-Weibull		3-Waibull		Johnson-S _B	
1	214.4	7	212.5	6	190.8	1	218.4	8	211.9	5	209.6	4	202.2	3	201.8	2
2	122.0	3	256.9	8	124.6	4	121.2	2	161.8	7	142.6	6	131.7	5	114.6	1
3	173.8	2	175.1	4	195.8	5	158.2	1	247.3	8	237.9	7	175.1	3	197.5	6
4	210.8	2	216.4	3	189.8	1	217.9	4	223.1	6	231.7	8	225.4	7	220.4	5
5	245.2	3	205.5	2	328.1	6	264.6	4	363.2	7	363.8	8	201.6	1	266.4	5
6	108.2	1	112.3	3	142.5	6	116.5	4	160.8	7	161.0	8	112.1	2	129.6	5
7	95.3	5	94.5	3	94.9	4	90.8	2	102.3	8	100.0	6	100.1	7	90.2	1
8	28.6	6	58.5	8	19.8	2	28.2	4	30.7	7	28.3	5	18.6	1	24.4	3
9	380.5	6	358.9	4	432.3	7	434.5	8	281.2	1	305.8	2	376.3	5	328.9	3
10	565.8	7	512.9	6	468.4	4	578.4	8	411.9	1	463.8	3	497.0	5	453.0	2
11	384.1	1	460.6	7	489.7	8	447.2	4	436.0	3	447.3	5	459.3	6	384.8	2
12	372.2	1	437.0	6	475.8	8	418.9	4	439.7	7	406.8	3	432.4	5	392.1	2
13	160.5	5	152.1	3	174.0	8	168.1	6	159.2	4	150.8	2	149.9	1	172.0	7
14	159.8	7	146.9	6	128.9	2	132.2	3	176.8	8	139.0	4	139.3	5	120.9	1
15	215.6	5	167.4	2	186.6	4	222.7	6	232.7	7	248.8	8	141.0	1	179.4	3
16	47.4	6	47.0	5	19.4	1	41.5	3	49.4	8	43.1	4	49.4	7	29.4	2
17	181.0	4	100.2	1	224.1	6	162.7	3	237.5	7	186.9	5	135.1	2	323.7	8
18	605.1	4	375.4	1	625.0	5	548.0	3	784.0	6	785.1	7	378.8	2	1638	8
19	605.1	6	511.5	3	357.0	1	577.1	5	610.0	7	618.6	8	514.3	4	496.5	2
20	100.6	5	78.2	2	85.5	4	106.7	6	108.2	7	119.8	8	80.0	3	66.6	1
21	374.6	6	319.3	3	301.5	2	356.4	5	469.3	8	463.5	7	328.5	4	291.2	1
22	203.4	6	158.3	3	203.4	5	256.3	7	145.1	1	169.9	4	726.3	8	152.8	2
23	193.2	7	157.5	5	150.5	3	198.8	8	153.2	4	149.8	2	161.0	6	140.2	1
24	69.3	4	68.1	2	75.1	8	65.1	1	69.1	3	69.7	5	70.6	6	71.9	7
25	308.4	5	284.3	3	948.8	8	297.7	4	368.2	6	375.0	7	279.3	2	233.3	1
26	365.5	7	345.1	4	264.6	2	370.8	8	355.9	6	352.7	5	334.6	3	252.6	1
27	324.5	2	336.3	6	356.2	8	345.3	7	335.0	5	329.9	3	332.9	4	321.3	1
28	442.6	6	363.7	2	391.1	5	456.4	8	385.2	4	377.7	3	454.6	7	344.7	1
29	727.3	3	556.2	1	1787	8	747.1	4	830.2	6	877.6	7	580.9	2	821.9	5
30	267.0	2	349.4	8	322.9	7	268.1	3	297.5	5	318.5	6	273.5	4	236.1	1
31	570.3	4	410.9	1	660.4	6	516.5	3	777.1	8	761.8	7	430.7	2	599.7	5
32	210.7	5	177.0	3	299.2	8	248.2	7	170.0	1	173.8	2	189.3	4	215.0	6
33	361.3	7	295.8	2	326.0	5	374.6	8	305.9	4	290.2	1	347.8	6	297.2	3
34	264.8	2	273.5	3	275.6	4	250.1	1	285.9	5	309.0	7	286.9	6	1048	8
35	513.0	6	178.1	1	331.5	4	491.3	5	686.5	8	673.3	7	251.5	2	264.5	3
36	335.9	3	307.0	2	360.5	4	361.5	5	416.3	6	431.2	7	305.9	1	487.2	8
37	391.9	4	392.5	5	345.7	2	408.9	7	407.9	6	419.6	8	378.0	3	330.9	1
38	520.2	4	498.2	3	535.7	6	532.5	5	762.6	8	603.7	7	493.8	2	461.9	1
39	459.2	4	459.6	5	306.9	1	525.2	7	626.1	8	521.3	6	417.2	3	308.2	2
40	475.5	2	536.5	6	324.8	1	556.5	7	496.0	4	558.2	8	521.6	5	484.0	3
41	300.1	4	280.1	1	299.6	3	308.1	5	352.1	8	335.6	7	298.9	2	320.5	6
42	240.4	4	205.3	2	196.6	1	253.6	6	257.1	7	262.3	8	245.4	5	234.4	3
43	125.0	6	101.8	1	105.4	3	121.2	5	138.7	8	132.1	7	113.2	4	102.4	2
44	76.8	3	94.0	8	81.3	5	85.9	6	78.8	4	73.1	2	90.7	7	72.6	1
45	202.0	2	236.4	7	184.2	1	231.1	5	235.7	6	252.2	8	225.4	4	207.4	3
46	236.9	1	237.6	2	282.9	7	240.1	4	279.6	6	292.8	8	250.9	5	239.9	3
47	183.1	6	173.2	3	183.6	7	184.6	8	175.2	4	177.4	5	155.4	1	163.6	2
48	157.1	5	154.3	4	152.0	1	159.1	6	185.5	8	160.7	7	152.7	2	152.8	3
49	108.3	3	125.9	7	104.9	2	121.8	6	115.8	5	113.3	4	127.9	8	74.4	1
50	239.2	3	241.8	5	214.9	1	234.3	2	287.0	7	308.8	8	242.7	6	240.3	4
51	108.6	5	55.2	1	86.1	3	119.4	7	111.5	6	120.4	8	85.0	2	88.1	4
52	296.4	5	200.1	2	270.1	4	301.4	6	358.4	7	370.7	8	196.1	1	254.8	3
53	265.0	3	311.6	7	307.7	6	302.9	5	231.1	1	243.1	2	316.2	8	269.1	4

Tablo 1'in devamı

Örnek Alan	2-Gamma		3-Gamma.		Beta		Log-Normal		Normal		2-Weibull		3-Waibull		Johnson-S _B	
54	288.5	5	136.7	1	216.6	3	312.1	6	377.2	7	405.6	8	200.6	2	283.5	4
55	256.8	5	295.5	7	725.1	8	263.0	6	242.5	3	255.4	4	221.3	2	214.6	1
56	322.6	6	303.7	4	234.9	1	361.9	8	310.5	5	351.4	7	294.3	3	270.3	2
57	217.1	6	116.2	1	185.8	4	210.9	5	253.2	7	253.3	8	136.9	2	156.3	3
58	203.9	5	186.9	3	214.0	6	188.7	4	237.6	8	233.0	7	186.6	2	183.4	1
59	263.9	6	261.6	5	236.9	1	271.2	8	251.7	2	269.8	7	258.0	3	260.1	4
60	53.4	1	102.7	7	115.4	8	67.8	3	76.4	4	64.1	2	96.0	6	78.6	5
61	57.2	3	121.7	8	63.5	6	60.4	4	64.0	7	60.5	5	54.7	2	52.6	1
62	167.2	3	306.4	7	282.7	6	173.4	4	155.3	1	155.6	2	315.4	8	185.1	5
63	178.9	4	147.4	3	184.2	5	185.3	6	210.9	7	222.0	8	146.2	2	135.4	1
64	229.4	4	150.4	1	234.6	5	240.2	6	277.9	7	280.3	8	182.2	2	211.1	3
65	346.8	5	330.4	1	331.2	2	384.7	6	475.0	8	445.9	7	333.1	3	340.1	4
66	423.5	5	381.7	3	360.3	2	450.1	6	504.1	8	481.9	7	387.5	4	321.2	1
67	371.1	4	480.6	7	450.0	5	451.0	6	320.1	1	348.7	2	484.0	8	350.1	3
68	488.1	6	422.3	2	474.9	4	482.4	5	492.1	7	499.8	8	437.4	3	417.4	1
69	283.7	2	317.7	3	279.8	1	331.6	7	322.7	5	349.1	8	324.2	6	321.2	4
70	98.7	5	81.0	2	96.6	4	93.6	3	157.6	8	139.4	7	73.9	1	102.1	6
71	300.4	3	410.8	8	360.8	6	295.9	2	355.2	5	347.0	4	380.8	7	256.6	1
72	375.7	5	193.5	1	329.9	4	393.6	6	472.7	7	516.4	8	236.7	2	290.5	3
73	194.7	3	204.4	5	209.8	7	196.8	4	192.9	1	194.4	2	207.1	6	224.7	8
74	253.7	8	136.2	1	142.8	2	239.3	5	248.6	6	251.3	7	150.0	3	162.9	4
75	343.4	7	267.6	2	285.3	3	372.1	8	325.6	5	328.9	6	318.5	4	250.3	1
76	173.9	1	190.8	2	262.2	8	196.4	3	258.3	7	247.8	6	209.2	4	230.0	5
77	361.8	4	381.3	5	242.9	2	335.3	3	396.1	7	391.2	6	442.4	8	237.7	1
78	101.4	2	150.9	8	121.0	6	96.5	1	122.7	7	116.5	5	108.6	4	105.8	3
79	317.6	6	304.2	5	232.8	2	336.3	7	268.8	3	271.3	4	361.0	8	219.7	1
80	393.1	5	161.3	1	433.4	6	370.7	4	473.0	7	505.8	8	297.9	2	348.9	3
81	446.7	4	288.0	1	489.4	6	449.4	5	589.4	7	656.0	8	306.7	2	337.9	3
82	397.9	5	311.3	1	470.2	6	378.0	4	503.4	7	521.8	8	331.1	3	327.6	2
83	590.6	5	497.6	1	571.2	3	642.5	6	737.5	7	793.0	8	535.7	2	584.8	4
84	307.6	1	551.3	7	475.1	6	351.0	5	315.4	3	312.1	2	637.0	8	320.9	4
85	386.6	6	285.5	3	362.2	4	368.2	5	484.3	7	489.9	8	268.4	2	241.0	1
86	465.8	1	548.0	7	491.3	3	514.3	4	535.6	5	552.4	8	547.5	6	475.4	2
87	604.1	7	520.3	3	1262	8	585.9	6	502.3	2	541.8	4	476.1	1	554.0	5
88	415.7	2	405.9	1	529.9	8	425.4	3	469.6	6	477.5	7	426.4	4	457.2	5
89	423.8	1	501.4	4	506.7	5	533.0	7	514.3	6	559.6	8	499.3	3	483.8	2
90	402.0	7	323.2	4	362.7	6	491.5	8	303.8	1	330.8	5	305.9	2	308.9	3
91	369.1	3	373.2	5	373.0	4	358.1	2	377.0	8	374.1	6	375.5	7	357.9	1
92	404.2	5	373.1	3	317.4	1	459.3	6	542.6	7	562.4	8	362.4	2	381.3	4
93	592.8	5	329.5	1	525.1	4	623.5	6	704.7	7	762.2	8	407.2	3	400.4	2
94	202.7	6	194.0	4	191.5	3	190.2	2	220.2	8	213.5	7	188.9	1	197.5	5
95	336.4	5	306.6	3	212.8	1	341.8	6	416.0	8	378.4	7	329.3	4	223.8	2
96	186.6	4	216.0	6	236.9	8	213.9	5	163.4	3	163.3	2	220.8	7	160.4	1
97	336.1	4	399.0	7	440.1	8	380.8	5	288.3	1	308.3	2	384.3	6	319.7	3
98	210.9	7	202.3	5	266.5	8	205.7	6	191.6	2	192.7	3	201.2	4	183.1	1
99	268.7	8	243.9	6	219.1	2	263.3	7	229.3	3	231.1	4	239.7	5	219.0	1
100	438.3	7	418.8	5	359.6	4	441.1	8	344.1	2	355.8	3	427.7	6	314.0	1
101	269.4	3	283.7	4	243.9	1	313.3	6	362.3	8	320.2	7	286.7	5	264.9	2
102	358.7	2	415.4	7	440.3	8	377.2	5	350.5	1	358.7	3	412.4	6	375.2	4
103	292.1	4	292.8	5	274.9	1	299.7	6	322.1	7	344.6	8	277.7	2	283.5	3
104	216.2	4	211.6	1	221.2	5	234.5	6	261.1	7	268.3	8	215.5	3	215.3	2
105	268.1	5	205.9	2	922.7	8	246.4	4	311.5	6	359.0	7	222.4	3	205.4	1
106	211.4	2	250.8	8	236.8	5	243.5	7	210.9	1	221.0	3	240.6	6	235.9	4

Tablo 1'in devamı

Örnek Alan	2-Gamma	3-Gamma.	Beta	Log-Normal	Normal	2-Weibull	3-Weibull	Johnson-S _B								
107	225.8	5	126.3	1	165.8	3	296.1	7	275.7	6	304.9	8	148.8	2	215.5	4
108	265.2	2	269.8	4	331.1	8	269.2	3	281.4	6	286.7	7	281.0	5	264.7	1
109	238.4	4	311.2	6	145.3	2	290.8	5	313.4	7	320.0	8	103.2	1	167.0	3
110	200.8	7	191.4	5	124.7	1	181.4	4	227.2	8	196.6	6	171.2	3	133.6	2
111	292.5	5	296.2	6	201.7	1	328.0	8	282.8	3	316.7	7	288.2	4	246.3	2
112	380.9	5	306.4	4	408.9	7	393.3	6	295.7	3	275.6	1	1398	8	278.6	2
113	217.2	6	167.9	4	342.2	8	258.5	7	149.0	1	162.3	2	164.1	3	177.4	5
114	679.8	3	630.1	2	689.9	4	820.2	7	761.5	6	897.7	8	626.5	1	706.5	5
115	287.7	2	280.6	1	389.8	8	308.2	6	295.9	4	299.3	5	289.7	3	316.4	7
116	121.0	7	114.7	6	103.2	1	121.8	8	113.4	5	108.6	3	113.3	4	103.8	2
117	235.9	6	198.5	1	234.6	5	263.0	8	214.9	2	232.2	4	216.3	3	245.1	7
118	346.9	5	206.5	1	209.7	2	451.0	6	476.7	7	495.0	8	242.2	4	235.4	3
119	347.8	5	255.8	1	370.3	6	323.2	3	466.4	7	486.9	8	272.4	2	331.3	4
120	282.7	6	250.7	5	205.2	3	306.8	8	200.8	1	231.8	4	297.8	7	202.4	2
121	306.5	5	280.3	3	221.5	1	364.1	8	353.1	7	348.8	6	230.8	2	280.9	4
122	301.8	8	288.3	5	185.2	2	291.1	7	290.4	6	287.8	4	284.7	3	175.3	1
123	104.6	5	105.1	6	73.8	1	96.2	4	117.1	8	116.1	7	95.8	3	83.7	2
124	111.4	6	96.2	3	111.4	5	103.3	4	143.2	7	152.6	8	91.1	2	74.5	1
125	182.2	4	180.2	3	213.0	8	187.9	7	170.0	1	176.7	2	187.5	6	185.9	5
126	267.7	5	292.4	8	233.7	2	276.7	6	262.8	3	264.1	4	283.4	7	230.7	1
127	439.7	6	297.5	2	358.5	4	432.6	5	567.9	7	588.2	8	324.3	3	263.4	1
128	398.3	6	323.0	4	468.8	8	452.8	7	290.9	1	297.9	2	321.5	3	326.2	5
129	421.5	8	265.8	1	274.1	3	416.7	7	406.5	5	414.3	6	332.2	4	268.5	2
130	434.5	4	355.1	1	418.9	3	450.8	5	463.2	8	459.8	6	460.8	7	405.8	2
131	310.7	8	288.6	5	220.8	1	295.8	7	285.9	4	280.3	3	289.4	6	264.7	2
132	142.3	8	138.3	3	132.0	1	136.3	2	140.8	7	139.3	4	140.2	6	139.5	5
133	196.1	6	197.9	7	192.5	4	203.1	8	156.4	2	166.7	3	194.3	5	138.0	1
134	171.1	6	135.2	1	140.0	2	154.9	4	209.5	8	175.5	7	140.8	3	159.0	5
135	429.5	5	415.3	3	462.6	8	449.5	7	395.4	1	411.5	2	431.5	6	415.6	4
136	179.6	5	157.0	2	164.0	4	189.8	6	257.2	7	270.3	8	149.0	1	157.1	3
137	264.1	1	278.8	4	349.6	8	267.4	2	281.3	5	267.6	3	301.9	7	283.1	6
138	471.5	5	387.7	3	369.2	1	552.3	6	630.1	7	647.8	8	390.3	4	378.5	2
139	179.1	1	317.4	8	202.2	5	197.4	4	204.3	6	192.5	3	184.2	2	214.6	7
140	503.8	1	522.0	3	547.2	6	504.9	2	591.2	7	595.3	8	533.7	4	535.8	5
141	114.6	1	133.6	7	173.4	8	133.4	6	125.9	3	125.3	2	127.8	4	130.4	5
142	192.0	4	176.9	2	225.9	6	172.9	1	292.8	8	273.1	7	181.8	3	199.2	5
143	134.5	6	118.6	5	158.4	8	140.2	7	113.1	4	111.7	2	103.0	1	112.6	3
144	194.5	5	216.9	8	111.5	1	195.9	6	194.5	4	173.1	3	210.8	7	115.3	2
145	383.2	4	320.1	2	453.1	6	439.8	5	455.8	7	467.9	8	307.8	1	374.1	3
146	156.7	6	154.2	4	73.9	1	154.7	5	178.6	8	171.0	7	144.0	3	106.8	2
147	145.1	3	183.2	7	202.9	8	159.4	5	140.3	1	152.7	4	173.5	6	144.3	2
148	345.2	6	309.6	2	356.8	7	373.5	8	304.7	1	311.9	3	313.0	4	323.9	5
149	175.1	4	126.3	1	614.9	8	174.3	3	219.9	6	225.3	7	179.1	5	150.1	2
150	239.0	8	230.3	6	180.8	1	237.6	7	218.9	3	221.9	4	226.0	5	210.1	2
151	595.1	8	587.8	6	441.6	1	528.3	2	593.8	7	566.5	4	583.6	5	554.2	3
152	170.3	4	256.5	6	258.0	7	152.6	3	142.0	2	116.5	1	248.4	5	267.0	8
153	225.8	1	419.3	8	314.1	6	233.3	2	243.2	4	239.3	3	320.7	7	273.6	5
154	249.5	3	310.0	8	255.2	4	279.3	5	201.5	1	202.0	2	293.7	6	294.6	7
155	163.0	4	63.5	2	575.5	8	124.8	3	201.6	6	170.5	5	58.4	1	226.4	7
156	186.4	7	180.9	5	122.8	1	167.6	2	192.9	8	184.3	6	171.1	4	168.3	3
157	150.6	4	155.5	6	466.5	8	128.5	1	172.5	7	151.9	5	140.9	3	135.2	2
158	333.6	4	347.4	8	225.6	1	344.6	5	332.4	3	344.9	6	345.9	7	252.0	2
159	376.5	5	417.4	6	332.4	2	425.8	7	307.7	1	345.3	3	428.7	8	361.1	4
160	204.3	4	200.7	1	500.2	8	212.2	6	201.3	2	201.8	3	205.7	5	218.5	7
161	235.6	6	221.1	3	185.5	1	214.3	2	235.8	7	227.9	4	249.7	8	231.2	5

Tablo 2. Sarıçamda çap dağılımlarına ilişkin hesaplanan hata indeksi değerleri ile bu değerlere göre belirlenen sıra numaraları

Örnek Alan	2-Gamma		3-Gamma.		Beta		Log-Normal		Normal		2-Weibull		3-Waibull		Johnson-S _B	
1	50.0	6	42.2	5	55.2	8	40.5	3	38.7	2	50.5	7	37.2	1	41.2	4
2	140.4	8	128.7	5	129.9	7	129.0	6	127.9	2	127.8	1	128.6	4	128.2	4
3	87.9	8	72.7	7	67.6	4	70.2	6	68.0	5	58.0	3	54.3	1	54.4	3
4	89.9	6	85.0	3	81.0	2	90.2	7	96.6	8	89.1	5	86.7	4	58.7	2
5	43.0	3	96.2	8	70.4	6	52.3	5	35.9	2	32.2	1	90.4	7	51.3	1
6	183.6	8	176.6	5	144.1	1	178.7	6	175.9	4	174.0	3	179.4	7	153.2	4
7	211.7	8	195.0	6	198.9	7	190.6	3	186.5	1	190.8	4	194.5	5	187.7	2
8	22.4	3	60.6	8	26.3	7	20.3	2	23.6	4	23.7	5	26.0	6	17.3	2
9	599.3	7	589.6	6	102.2	1	557.1	3	571.7	4	576.7	5	747.7	8	519.5	1
10	97.8	7	88.0	5	102.5	8	85.3	4	83.9	3	81.6	2	43.5	1	94.1	2
11	181.1	6	157.5	4	265.1	7	156.4	3	144.3	2	179.2	5	138.4	1	297.6	6
12	225.8	5	451.4	8	250.3	6	194.6	4	186.6	2	186.9	3	268.1	7	158.8	8
13	56.6	6	55.3	5	76.4	7	54.8	4	54.5	3	54.3	2	90.0	8	38.4	1
14	69.1	8	64.3	7	56.6	4	60.7	6	59.0	5	55.1	2	43.2	1	55.2	1
15	321.7	8	313.4	2	319.3	6	315.3	4	315.0	3	318.9	5	307.1	1	320.2	3
16	103.6	6	102.4	2	102.6	3	103.3	4	127.6	8	117.5	7	100.2	1	103.5	7
17	200.8	4	195.5	2	229.5	8	200.6	3	208.9	6	210.6	7	140.4	1	203.3	5
18	190.2	8	176.4	6	148.7	1	175.7	5	174.7	4	181.2	7	151.0	2	153.4	5
19	138.6	3	140.3	4	236.0	8	142.4	5	161.1	6	188.6	7	96.1	1	122.1	3
20	60.1	6	18.6	2	57.0	5	49.3	4	61.3	7	64.2	8	13.0	1	47.5	2
21	88.4	5	87.3	3	129.6	8	87.6	4	86.6	2	92.1	6	58.2	1	96.8	3
22	163.8	6	153.8	2	155.0	3	155.2	4	189.1	7	229.2	8	123.7	1	156.6	7
23	110.8	8	107.4	7	77.7	1	107.0	6	105.8	3	106.3	5	106.0	4	94.2	5
24	101.1	5	99.9	4	90.4	3	101.7	6	108.9	7	130.0	8	87.6	2	83.7	2
25	170.1	6	131.5	4	120.1	2	146.6	5	236.9	7	261.7	8	104.0	1	128.1	1
26	106.5	2	118.4	6	145.1	8	112.8	3	113.2	4	128.8	7	98.3	1	117.9	3
27	197.3	6	190.4	3	191.0	4	187.1	2	229.2	7	264.9	8	192.4	5	168.3	5
28	163.0	1	186.9	3	210.9	7	195.7	4	205.5	6	211.2	8	185.2	2	199.3	1
29	260.3	2	269.5	5	271.9	6	268.1	4	288.8	7	289.0	8	256.1	1	263.3	5
30	384.8	8	376.7	4	378.8	6	378.2	5	370.8	2	370.9	3	350.2	1	378.9	3
31	296.8	6	291.4	3	292.4	5	291.7	4	325.8	7	364.6	8	234.9	1	273.6	7
32	248.7	5	237.4	1	249.6	7	240.4	3	243.8	4	254.1	8	239.7	2	249.3	2
33	196.7	5	195.1	3	414.0	8	194.4	2	195.2	4	211.5	7	176.1	1	210.4	6
34	198.7	1	210.7	3	261.6	7	209.9	2	242.2	6	279.4	8	216.8	4	227.2	5
35	298.5	8	277.7	5	289.1	7	273.5	4	266.9	3	282.7	6	209.3	1	259.7	2
36	190.3	1	210.3	5	290.0	8	207.2	3	207.4	4	256.9	7	201.1	2	225.8	6
37	212.4	6	208.3	4	199.2	2	210.5	5	247.3	7	249.1	8	153.9	1	202.2	3
38	285.2	4	289.4	7	299.0	8	285.7	5	282.2	3	289.0	6	250.6	2	181.0	1
39	267.3	2	271.7	5	272.9	6	271.3	4	288.1	7	297.2	8	246.8	1	268.8	3
40	258.9	8	228.6	7	197.3	2	215.5	5	212.2	3	222.1	6	196.8	1	215.4	4
41	228.1	8	215.3	7	209.1	2	214.1	5	211.0	3	214.9	6	197.4	1	211.3	4
42	473.1	4	473.4	5	388.1	1	479.0	6	493.0	7	499.2	8	428.4	2	465.8	3
43	424.7	2	426.8	4	426.7	3	438.5	5	556.9	8	541.1	7	273.8	1	440.7	6
44	103.7	8	95.7	7	79.0	1	94.1	6	92.1	5	89.7	4	85.3	3	84.7	2
45	305.3	7	300.7	6	284.7	2	305.6	8	299.3	4	299.6	5	250.4	1	292.5	3
46	285.8	6	267.1	4	157.3	2	276.9	5	307.0	7	355.6	8	220.2	3	134.9	1
47	273.7	4	280.1	5	258.1	2	282.7	6	318.4	7	324.5	8	224.5	1	271.6	3
48	154.6	7	142.2	5	167.3	8	141.9	4	140.3	2	152.6	6	116.0	1	141.0	3
49	235.3	8	198.0	7	172.3	3	194.2	6	188.0	5	184.8	4	166.6	1	168.1	2
50	288.3	8	260.8	6	245.0	2	259.8	5	261.2	7	252.3	3	258.5	4	244.6	1
51	161.9	8	160.0	7	149.5	3	158.9	5	158.2	4	159.9	6	141.5	1	149.3	2
52	231.6	2	231.2	1	236.5	5	235.3	4	261.9	7	241.0	6	234.5	3	267.2	8
53	396.5	5	395.5	4	370.7	3	407.2	6	514.9	7	552.7	8	330.5	2	180.4	1

Tablo 2'nin devamı

Örnek Alan	2-Gamma		3-Gamma.		Beta		Log-Normal		Normal		2-Weibull		3-Waibull		Johnson-S _B	
54	233.6	8	182.5	6	183.3	7	176.5	2	167.9	1	176.6	3	176.7	4	178.4	5
55	184.7	8	163.4	7	100.9	1	161.3	6	157.7	5	145.2	4	144.1	3	123.8	2
56	142.9	1	153.0	2	161.4	5	159.7	3	162.1	6	179.6	7	160.5	4	664.8	8
57	336.5	8	301.7	6	306.5	7	292.9	3	293.6	4	291.0	2	257.2	1	296.7	5
58	164.5	7	156.7	2	169.0	8	158.3	4	160.1	5	160.5	6	147.3	1	158.0	3
59	292.7	8	277.8	6	287.4	7	277.8	5	270.8	4	268.4	2	251.3	1	270.4	3
60	103.0	6	95.6	4	117.4	8	96.3	5	95.2	3	91.2	2	87.0	1	111.9	7
61	223.8	6	219.6	4	214.9	2	233.2	8	216.7	3	223.3	5	172.5	1	225.2	7
62	332.6	4	215.4	1	229.5	2	354.7	6	372.7	8	367.1	7	229.6	3	332.8	5
63	307.7	7	321.6	8	227.7	1	305.6	6	301.5	5	291.0	4	257.6	2	277.1	3
64	273.9	8	234.5	7	194.4	3	223.4	6	199.9	4	212.4	5	172.5	1	184.1	2
65	308.8	6	293.5	2	287.2	1	301.3	3	303.9	4	307.5	5	314.3	7	348.6	8
66	342.3	8	298.2	7	125.6	1	286.0	6	270.9	5	270.3	4	188.6	2	249.7	3
67	333.4	8	293.6	7	189.9	1	289.8	6	282.5	5	280.0	4	253.1	2	276.0	3
68	185.7	2	215.8	5	201.6	3	217.6	6	248.3	7	258.1	8	184.8	1	211.3	4
69	236.6	3	232.2	2	353.0	8	238.2	4	251.3	6	261.3	7	173.0	1	241.8	5
70	92.1	7	70.1	4	68.8	2	114.2	8	90.6	6	89.9	5	68.9	3	65.1	1
71	380.0	7	337.3	6	411.6	8	324.0	5	316.9	3	305.2	2	254.1	1	317.5	4
72	426.4	6	369.3	3	435.8	8	407.3	4	416.3	5	430.5	7	317.8	1	363.0	2
73	228.2	6	191.3	3	121.8	1	223.0	5	252.6	7	275.8	8	123.2	2	211.7	4
74	266.6	4	232.1	2	350.5	7	234.0	3	328.5	6	384.3	8	184.0	1	267.2	5
75	241.3	2	244.0	3	244.7	4	244.7	5	275.1	7	298.1	8	225.7	1	247.4	6
76	373.3	8	319.5	5	316.7	3	320.2	6	318.2	4	331.0	7	296.2	1	307.2	2
77	168.5	7	163.3	6	177.1	8	157.9	4	127.0	1	140.2	2	148.8	3	159.3	5
78	288.3	3	301.2	7	298.6	4	299.4	6	298.9	5	328.1	8	278.8	1	284.3	2
79	295.0	8	275.6	7	154.3	1	272.7	6	272.2	5	258.9	4	247.1	3	221.6	2
80	508.3	7	452.2	5	303.4	2	455.1	6	447.9	4	418.5	3	850.0	8	281.8	1
81	324.9	8	306.3	7	237.1	2	305.4	6	298.5	5	283.5	4	275.9	3	233.8	1
82	119.9	7	110.6	4	192.2	8	107.8	3	105.7	2	111.3	5	74.7	1	115.0	6
83	182.8	8	167.2	7	130.6	3	164.5	6	160.0	5	151.7	4	119.7	2	117.9	1
84	315.7	5	303.4	2	350.1	8	339.0	7	314.3	4	324.1	6	248.8	1	310.7	3
85	209.6	1	220.4	4	235.3	6	230.6	5	236.5	7	238.1	8	210.1	2	217.9	3
86	322.8	4	339.9	5	315.1	3	359.0	6	360.3	7	437.7	8	158.9	1	179.8	2
87	48.5	4	48.9	5	29.5	2	49.2	6	52.4	7	68.4	8	16.8	1	45.6	3
88	89.7	8	78.6	6	52.6	2	75.9	5	72.6	4	67.5	3	43.8	1	89.7	7
89	240.3	7	227.5	6	250.9	8	219.3	4	213.6	3	204.3	2	157.0	1	223.5	5
90	63.4	4	50.7	3	129.9	7	50.6	2	49.1	1	80.0	5	316.7	8	110.9	6
91	74.6	3	74.8	4	104.0	7	74.3	2	76.5	5	82.0	6	69.4	1	147.1	8
92	191.0	8	186.4	7	154.2	3	184.2	6	183.0	4	183.8	5	141.1	2	110.6	1
93	208.0	6	128.2	2	166.3	3	206.7	5	257.2	8	255.5	7	73.0	1	193.8	4
94	202.6	2	214.4	4	210.8	3	215.6	5	217.2	6	237.1	8	198.6	1	225.8	7
95	105.1	7	101.2	6	114.5	8	99.2	5	98.6	4	93.1	3	81.9	1	90.1	2
96	274.3	8	228.0	6	225.6	4	223.5	3	207.0	2	226.4	5	235.5	7	201.5	1
97	117.5	6	114.4	4	108.6	2	117.5	5	119.7	8	118.9	7	99.2	1	113.6	3
98	308.2	6	303.2	1	305.1	3	303.2	2	369.0	7	391.9	8	306.5	5	305.7	4
99	165.7	8	156.0	5	162.4	7	150.2	3	148.7	2	151.8	4	118.9	1	156.6	6
100	200.3	3	204.3	7	202.9	6	201.3	4	202.8	5	232.0	8	198.6	2	192.8	1
101	153.4	4	153.6	5	277.3	8	152.2	2	152.7	3	167.5	6	113.9	1	173.5	7
102	238.8	8	208.6	6	210.1	7	203.0	5	195.2	4	174.5	2	129.5	1	191.0	3
103	195.2	6	179.1	3	188.2	4	188.4	5	222.2	7	258.4	8	146.2	1	153.2	2
104	138.2	5	138.0	4	124.3	2	139.7	6	142.1	7	151.2	8	123.4	1	124.4	3
105	403.5	1	418.1	2	478.7	8	421.9	3	427.1	4	472.0	7	438.3	5	447.0	6
106	145.5	5	124.1	3	190.1	8	118.5	2	172.5	7	151.6	6	129.1	4	68.4	1

Tablo 2'nin devamı

Örnek Alan	2-Gamma	3-Gamma.	Beta	Log-Normal	Normal	2-Weibull	3-Weibull	Johnson-S _B								
107	99.1	8	88.7	6	75.8	4	90.2	7	86.6	5	74.8	3	72.5	2	70.3	1
108	185.9	8	175.4	6	160.2	1	174.8	5	166.8	3	166.4	2	170.0	4	177.4	7
109	83.0	6	74.0	5	65.0	2	73.4	4	71.0	3	102.7	7	162.5	8	49.6	1
110	86.2	8	78.4	5	34.1	1	79.1	6	75.6	4	80.9	7	67.9	3	60.7	2
111	217.9	7	211.3	5	240.9	8	210.1	4	207.5	2	209.7	3	177.6	1	214.1	6
112	238.6	3	244.4	6	243.5	4	238.4	2	295.1	7	327.5	8	243.8	5	187.2	1
113	306.0	6	302.1	4	327.1	8	302.8	5	301.3	3	298.5	2	272.0	1	316.1	7
114	220.5	3	220.5	4	83.0	1	238.1	6	238.6	7	246.1	8	196.7	2	235.5	5
115	108.7	4	138.0	6	176.1	8	120.5	5	93.6	3	93.1	2	73.4	1	148.1	7
116	274.8	7	233.5	4	382.0	8	218.3	3	208.9	2	238.8	6	165.2	1	235.6	5
117	229.8	8	186.2	5	177.6	3	191.0	7	187.4	6	166.5	2	156.1	1	182.2	4
118	106.4	4	116.8	7	169.8	8	107.2	5	94.4	1	99.1	2	101.0	3	116.5	6
119	135.0	7	197.0	8	109.2	3	125.0	6	120.1	4	98.1	2	121.3	5	95.9	1
120	111.7	7	96.4	6	69.1	1	94.4	5	90.8	4	83.6	3	200.0	8	74.9	2
121	217.2	7	197.0	6	172.0	2	193.5	5	190.7	4	174.5	3	325.0	8	132.4	1
122	199.9	8	162.5	6	176.0	7	158.0	4	154.5	3	161.1	5	146.4	1	153.2	2
123	90.8	5	67.4	3	115.6	6	63.4	2	134.4	8	121.2	7	69.0	4	46.0	1
124	182.6	4	162.7	2	256.6	7	178.3	3	254.4	6	283.8	8	91.1	1	233.1	5
125	188.2	7	258.5	8	169.3	6	158.6	5	153.5	4	148.3	3	143.7	2	123.8	1
126	105.6	7	96.6	5	148.9	8	96.4	4	96.2	3	82.4	1	92.6	2	104.1	6
127	95.3	1	115.5	3	139.2	8	119.6	4	125.1	5	130.2	6	112.1	2	135.4	7
128	180.6	7	217.6	8	176.3	6	170.4	5	167.4	4	164.4	2	132.5	1	165.0	3
129	186.1	4	190.0	3	196.2	5	195.8	8	203.1	2	241.4	6	139.8	1	343.7	7
130	330.4	4	319.6	2	335.9	6	348.7	5	318.4	7	341.6	8	295.5	1	120.5	3
131	138.5	8	69.3	3	175.4	2	148.1	5	201.6	6	226.7	4	63.3	1	195.1	7
132	196.3	4	187.0	3	160.8	7	190.1	2	190.8	1	189.3	6	155.7	8	54.9	5
133	51.2	6	48.2	7	77.1	8	45.3	4	43.0	2	67.3	3	140.0	1	206.8	5
134	208.0	2	208.3	3	208.6	8	205.8	4	190.6	5	192.4	7	190.4	1	81.6	6
135	74.9	4	77.2	5	127.3	8	78.3	2	79.9	3	85.0	6	52.8	1	62.7	7
136	54.5	7	54.8	8	70.5	6	53.8	5	53.8	2	57.3	3	42.1	1	263.8	4
137	284.6	2	308.0	5	275.4	4	273.0	6	243.7	7	245.6	8	233.2	1	81.0	3
138	80.8	2	87.4	5	85.9	6	92.5	4	97.4	7	98.0	8	66.4	1	89.8	3
139	88.0	4	93.9	5	94.0	1	92.9	6	107.9	7	109.3	8	84.1	3	64.1	2
140	130.6	8	133.3	6	63.0	1	142.4	7	143.5	5	143.6	4	99.5	3	78.3	2
141	126.4	6	120.0	3	55.7	2	121.5	5	120.0	7	114.6	8	84.7	1	207.8	4
142	281.2	8	193.4	6	170.1	2	221.8	5	378.9	3	443.0	7	82.3	1	117.2	4
143	170.8	3	122.6	4	112.4	6	120.8	2	112.4	7	128.7	8	100.0	1	315.9	5
144	278.9	8	280.3	3	322.0	2	278.8	6	328.7	7	359.4	5	127.4	1	77.4	4
145	90.4	8	58.0	7	53.2	6	84.7	5	86.9	4	83.4	2	38.0	1	48.1	3
146	59.3	5	54.0	3	53.0	8	52.5	2	50.7	4	47.5	7	42.8	1	109.7	6
147	108.6	6	100.6	4	139.6	8	98.0	2	108.1	3	110.6	5	55.4	1	70.1	7
148	60.0	5	53.1	3	74.0	2	52.7	7	52.8	6	54.6	8	43.9	1	133.1	4
149	156.2	8	123.5	5	106.0	7	173.7	3	156.8	2	174.0	1	81.9	4	241.4	6
150	289.0	3	212.3	4	273.3	1	201.5	5	189.7	7	187.9	6	207.5	2	712.4	8
151	650.2	5	669.9	6	470.4	1	673.2	7	679.8	8	676.6	4	645.1	3	897.6	2
152	1508	3	1542	4	887.4	1	1567	5	1568	7	1501	8	1492	2	274.9	6
153	263.7	8	268.5	7	97.0	1	270.2	6	285.0	3	291.2	5	169.2	2	217.9	4
154	268.3	8	231.4	5	175.1	1	226.5	7	216.1	6	219.3	3	211.3	4	484.4	2
155	646.4	5	620.9	3	266.3	1	626.8	4	624.7	6	603.7	2	606.7	8	338.8	7
156	309.9	7	286.7	5	252.3	1	306.7	6	311.9	3	263.0	4	344.1	2	246.0	8
157	221.8	7	216.5	6	149.5	8	217.3	2	197.6	5	212.3	4	182.5	1	269.7	3
158	278.0	4	277.2	5	393.9	1	268.0	3	270.1	6	270.1	7	206.0	2	143.3	8
159	138.2	6	138.9	4	109.0	7	136.0	3	140.1	8	143.1	1	111.8	5	224.4	2
160	305.9	4	279.1	2	321.9	3	270.1	8	391.6	6	205.8	5	286.2	1	364.7	7
161	212.5	4	156.6	3	205.6	5	384.4	8	272.7	2	269.6	6	151.7	1	343.7	7

Kaynaklar

- Atıcı, E., 1998. Değişikyaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsly.) Ormanlarında artım ve büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bailey, R.L., Dell, T.R., 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function, *Forest Science*, 19, 97–104.
- Bailey, R.D., 1980. Individual tree growth derived from diameter distribution models, *Forest Science*, 26, 626–632.
- Bliss, C. I., Reinker, K. A., 1964. A lognormal approach to diameter distributions in even-aged stands, *Forest Science*, 10, 350–360.
- Borders, B. E., Souter, R. A., Bailey, R. L. Ware, K. D., 1987. Percentile based distributions characterize forest stand tables, *Forest Science*, 33, 570–576.
- Borders, B.E. Patterson, W.D., 1990. Projecting stand tables: a comparison of the weibull diameter distribution method, a percentile-based projection method and a basal area growth projection method, *Forest Science*, 36, 413–424.
- Carus, S., 1996, Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsly.) Meşcerelerinde çap dağılımının bonitet ve yaşa göre değişimi, İstanbul Orman Fakültesi Dergisi, 46, 171-181.
- Carus, S. Çatal, Y., 2008. Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) Meşcerelerinde 7-ağaç örnek nokta yöntemiyle meşcere ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımının belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2, 158-169.
- Čavlović, J., Božić, M. Boncina, A., 2006, Stand structure of an uneven-aged fir-beech forest with an irregular diameter structure: modeling the development of the belevine forest, croatia, *European Journal of Forest Research*, 125, 4, 325-333.
- Clutter, J. L. ve Bennett, F. A. 1965. Diameter Distributions in Old-Field Slash Pine Plantation, Georgia Forest Research Council, Report No.13.
- Ercanlı, İ. 2010. Trabzon ve Giresun orman bölge müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Karışık meşcerelerine ilişkin büyüme modelleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gadow, K., 1984. Die Erfassung Von Durchmesservertelungen in Gleichaltigen Kiefernbeständen, *Forstweiss Centralbl*, 103, 369–374.
- Hafley, W.L. Schreuder, H.T., 1977. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-aged stands, *Canadian Journal of Forest Research*, 4, 481 – 487.
- Johnson, N. L., 1949. Systems of frequency curves generated by methods of translation, *Biometrika*, 36, 149-176.
- Knoebel, B. R., Burkhart H. E. ve Beck, D.E., 1986. A growth and yield model for thinned stands of yellow-poplar, *Forest Science Monograph*, 27, 39 s.
- Lawless, J. F., 1982. *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Leak, W. B., 1965, The j-shaped probability distribution, *Forest Science*, 11, 405–409.
- Liu, C., Zhang, S.Y., Lei, Y., Newton, P.F. ve Zhang, L., 2004. Evaluation of three methods for predicting diameter distributions of black spruce (*Picea mariana*) plantations in Central Canada, *Canadian Journal of Forest Research*, 34 , 2424 – 2432.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. Haller, K.E., 1973. *Forest Inventory, Volume II*, BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien, München, 469 s.
- Nelson, T. C., 1964. Diameter distribution and growth of loblolly pine, *Forest Science*, 10, 105–115.
- Packard, K. C., 2000. Modeling tree diameter distributions for mixed-species coniferforests in the northeast united states, master thesis, state university of new york, New York, USA., 129 s.
- Palahi, M., Pukkala, T. Trasobares, A. 2007. Modelling the diameter distribution of *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* and *Pinus halepensis* forest stands in catalonia using the truncated weibull function, *Forestry*, 79, 5, 553-562.
- Podlaski R., 2006. Suitability of The selected statistical distributions for fitting diameter data in distinguished development stages and phases of near-natural mixed forests in the świętokrzyski national park (Poland), *Forest Ecology and Management*, 236, 393–402
- Pukkala, T., Saramaki, J. Mubita, O., 1990. Management planning system for tree plantations; a case study for *Pinus kesiya* in Zambia, *Silva Fennica*, 24, 171–180.
- Rennolls, K., Geary, D.N. Rollinson, T. J. D., 1985. Characterizing diameter distributions by the use of the Weibull distribution, *Forestry*, 58, 58–66.
- Reynolds, M. R. Jr., Burke, T. E. Huang, W., 1988. Goodness-of-tests and model sselection procedures for diameter distribution models, *Forest Science*, 34, 373-379.
- Smalley, G.W. Bailey, R.L., 1974. Yield tables and stand structure for shortleaf pine plantations in the tennessee, Alabama and Georgia Highlands. USDA Forest Service Research Paper, 97 s.

Samaraki, J., 1992. A growth and yield prediction model of *pinus kesiya* in zambia, Acta Forestalia Fennica, 230, 68 s.

Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, O. G. M. Yayınları, No: 25, 312 s.

Schreuder, H.T. Swank, W.T., 1974. Coniferous stands characterized with the weibull distribution, Canadian Journal of Forest Research, 4, 518–523.

van Lear A., Akça A., 2007. Forest mensuration: in: Managing Forest Ecosystems, Dordrecht, The Netherlands: Springer. 383 s.

Yavuz, H., Gul, A. U., Mısır, N., Özcelik, R. Sakıcı, O. E., 2002. Meşcerelerde çap dağılımlarının düzenlenmesi ve bu dağılımlara ilişkin parametreler ile çeşitli meşcere öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, Orman Amenajman'ında Yeni Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu 18-19 Nisan, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul, 203-212.

Zhang, S., Amateis, R.L. ve Burkhart, H. E., 1997. Constraining individual tree diameter increment and survival models for loblolly pine plantations, Forest Science, 43, 414–423.

Zhang, L. Liu, C., 2006. Fitting irregular diameter distributions of forest stands by weibull, modified weibull and mixture weibull models, Journal Forest Research, 11, 369–372.