

Aynı Yaşlı ve Saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Meşcerelerinde Çap Dağılımının Bonitet ve Yaş Sınıfları İçin Değerlendirilmesi

Turan SÖNMEZ^{1*}, Uzey KARAHALİL², Alkan GÜNLÜ³, Abdurrahman ŞAHİN¹

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman F., Orman Müh. Böl., Artvin, Türkiye

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman F., Orman Müh. Böl., Trabzon, Türkiye

³ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman F., Orman Müh. Böl., Çankırı, Türkiye

*Sorumlu yazar: tsonmez@artvin.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.07.2014

Özet

Bu çalışmada; Artvin yöresinde bulunan aynı yaşlı ve saf Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) meşcerelerindeki ağaçların çap basamaklarına dağılımlarının bonitet ve yaş sınıflarına göre değişimi incelenmiştir. Meşceredeki ağaçların çap basamaklarına dağılımının incelenmesinde EasyFit® adlı programdaki 60 farklı olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılmıştır. Bu modellerin uygunluklarının denetlenmesinde; Artvin, Ardanuç ve Şavşat Orman İşletme Müdürlükleri'ndeki, normal kapalı meşcerelerden alınan 388 adet örnek alan verisinden yararlanılmıştır. Çap dağılımının; III, IV, V ve IV. yaş sınıflarında Weibull (3P), II, VI ve VIII. yaş sınıflarında Johnson SB ve VII. yaş sınıfında Beta dağılımına uygun oldukları belirlenmiştir. Yine çap dağılımının; I ve II bonitet sınıflarında Beta, III bonitet sınıfında Johnson SB, IV ve V bonitet sınıflarında Weibull dağılımına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çap dağılımı, Doğu Ladini, Bonitet, Çap sınıfı

Evaluation of Diameter Distribution of Even-Aged and Pure Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Stands by Site Index and Age Classes

Abstract

In this study, in the region of Artvin, distribution of trees by diameter classes investigated in the even-aged and pure Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) stands by site index and age classes. In the EasyFit® program, 60 different probability density functions are used to study of the distribution of diameter classes of trees in stands. For checking compliance of these models, Artvin, Ardanuç and Şavşat Forest Management Directorates, 388 sample plots were taken from the data were used normally closed stands. Diameter distributions have been fitted as Weibull (3P) in III, IV, V and IV. age classes, as Johnson SB in II, VI and VIII. age classes, and as Beta in VII. age class. Also diameter distributions have been fitted as Beta in I and II. site classes, as Johnson SB in III. site class, and as Weibull (3P) in IV and V. site classes.

Key Words: Diameter distribution, Oriental spruce, Site index, Diameter classes

Giriş

Ormanların artım ve büyüme potansiyelleri ile birlikte meşcere yapıları hakkındaki bilgilere de ormanların planlanmasında ihtiyaç duyulmaktadır. Bir meşcere içinde ağaçların çap basamaklarına dağılımı, meşcerenin yapısı hakkında önemli bilgiler veren bir meşcere özelliği olarak büyük önem taşımaktadır (Maltamo, 1997). Ormanların meşcere yapıları, bu meşcerelerin günümüz ve gelecekteki çap dağılımlarının ortaya konulması ile tanımlanmaktadır. Özellikle, meşcerelerin çap dağılımının modellenmesi, planlamada karar verme sürecinde meşcerelerden elde edilebilecek ürün çeşitlerinin tahmin edilebilmesi açısından değerli bir bilgidir (Hyink ve Moser, 1983).

Ormancılıkta çap dağılımları, belirli olasılıklı yoğunluk fonksiyonları "probability density function (pdf)" ile modellenmektedirler (Rennolls ve ark., 1985; Maltamo, 1997). Çap dağılımlarının modellenmesinde, Normal (Bailey, 1980), Lognormal (Bliss ve Reinker, 1964), Gamma (Nelson, 1964), Beta (Clutter ve Bennet, 1965; Zöhrer, 1969), Johnson's SB (Johnson, 1949) ve Weibull dağılımı (Weibull, 1951; Bailey ve Dell, 1973) gibi farklı olasılıklı yoğunluk fonksiyonları (pdf) kullanılmaktadır. Nelson (1964) çap dağılımlarının modellenmesinde gamma dağılımı, Clutter ve Bennet (1965) Beta dağılımını, Bailey ve Dell (1973) 3 parametrelili Weibull dağılımını, Hafley ve Schreuder (1977) Johnson'un SB dağılımını

önermişlerdir. Özellikle günümüzde 3 parametrelili Weibull dağılımı ile Johnson SB dağılımları, model yapılarının oldukça esnek olmaları nedeniyle farklı çap dağılımlarını modellemedeki başarıları ile diğer dağılım fonksiyonlarından daha öne çıkmaktadırlar (Matney ve Sullivan 1982; Rennolls ve ark., 1985). Ülkemizde farklı ağaç türleri için çap dağılımı modellemesi çalışmaları yapılmıştır. Ancak Doğu Ladini için literatürde sadece Sönmez ve ark. (2010) ile Ercanlı ve Yavuz. (2010)'nın yaptıkları çalışmalar yer almaktadır.

Bu çalışmada Artvin, Ardanuç ve Şavşat Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde kalan Doğu Ladini meşcerelerinden alınmış olan 388 adet deneme alanı verisine bağlı olarak, ağaçların çap basamaklarına dağılımlarının bonitet ve yaş sınıflarına göre değişimi, EasyFit® adlı programdaki 60 farklı olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılarak araştırılmıştır. Aynı yaşlı ve saf doğu ladini meşcerelerinde çap dağılımlarının modellenmesinde bonitet ve yaş sınıflarına göre farklı dağılımlar kullanılarak modellemede başarının artırılması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Artvin, Ardanuç ve Şavşat Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde yer alan saf Doğu Ladini meşcerelerinden 2007-2008 yıllarında alınan 388 adet örnek alan verileri kullanılmıştır. Örnek alanlar, 1000 m² büyüklüğünde, dikdörtgen biçiminde (50x20m uzun kenar eğime dik yönde) ve rasgele örnekleme ile alınmıştır. Her bir örnek alanda; tüm ağaçların göğüs çapları, her çap basamağından

olabildiğince eşit sayıda toplam 30 ağacın boyu, her çap basamağından boyu ölçülen 10 ağacın göğüs yüksekliği yaşı ölçülmüştür. Tablo 1'de yapılan ölçümlere ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere toplam 31191 ağaçta çap, 10677 ağaçta boy ve 2319 ağaçta yaş ölçümü yapılmıştır.

Tablo 1. Yapılan ölçümlere ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler

	N	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sapma
Çap (cm)	31191	5.0	95.0	22.9	11.6
Yaş (yıl)	2319	26	222	89	27
Boy (m)	10677	2.40	48.10	19.91	6.17

Çalışma kapsamında öncelikle örnek alanların yaş ve bonitet sınıflarının tespiti yapılmıştır. Yaş sınıf tespiti için meşcereyi temsil eden 4-5 adet ağacın yaşları ortalaması alınmıştır. Bonitet sınıfı tespiti için ise örnek alanda boy ölçümü yapılmış 30 ağaçtan en boylu olan 10 tanesinin ortalama boyu alınmış ve örnek alan için üst boy elde edilmiştir. Sonra örnek alanın hesaplanmış yaşı dikkate alınarak aynı örnek alanın 100 yaşına geldiği zamanki boyu tahmin edilmiştir. Bulunan bu değer bonitet sınıfları sınır değerleri ile karşılaştırılarak örnek alanın boniteti sınıfı elde edilmiştir. Örnek alanlardaki ağaçların çap kademelerine dökümü yapılarak yaş ve bonitet sınıfları itibarıyla dağılımı elde edilmiştir (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2. Yaş sınıfları ve çap kademeleri itibariyle hektardaki ağaç sayıları

ÇAP KADEMESİ	YAŞ SINIFLARI							
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 120	120 - 140	140 - 160	160 - 180
4 - 8	0	200	650	870	690	20	10	0
8 - 12	410	8120	18290	17940	7710	2010	810	290
12 - 16	400	7360	16090	14160	5900	1630	760	240
16 - 20	230	6700	14610	13760	5780	1250	580	120
20 - 24	150	5040	13190	13520	5370	1630	470	60
24 - 28	70	3510	10530	12110	5990	1380	550	40
28 - 32	80	2170	6960	9690	5590	1590	630	10
32 - 36	120	1000	4590	7280	5060	1320	550	30
36 - 40	100	450	2850	5650	4020	1110	600	10
40 - 44	30	200	2330	3800	2930	820	700	0
44 - 48	30	150	1430	2960	2070	630	380	10
48 - 52	60	90	930	1560	1410	380	290	10
52 - 56	0	20	430	1090	880	150	210	10
56 - 60	30	10	270	670	360	80	100	20
60 - 64	20	0	160	350	140	40	60	20
64 - 68	30	10	40	120	80	40	30	20
68 - 72	0	0	10	90	40	20	40	0
72 - 76	10	0	20	20	20	10	30	0
76 - 80	0	0	10	20	0	10	0	20
80 - 84	10	0	40	40	10	10	10	20
84 - 88	0	10	0	0	0	0	0	0
88 - 92	0	10	0	20	0	0	0	0
92-96	0	0	0	10	0	0	0	0

Tablo 3. Bonitet sınıfları ve çap kademeleri itibariyle hektardaki ağaç sayıları

ÇAP KADEMESİ	BONİTET SINIFLARI				
	I	II	III	IV	V
4 - 8	510	820	430	510	170
8 - 12	6770	11330	22440	12550	2490
12 - 16	6100	9540	18240	10420	2240
16 - 20	6060	8740	16720	9580	1930
20 - 24	5610	8700	15280	8350	1490
24 - 28	5930	8100	12920	6200	1030
28 - 32	4760	6980	9850	4600	530
32 - 36	3540	5880	7790	2380	360
36 - 40	2680	5020	5320	1500	270
40 - 44	2200	3660	3770	1010	170
44 - 48	1740	2820	2430	530	140
48 - 52	1200	1680	1500	290	60
52 - 56	720	1110	760	180	20
56 - 60	530	520	400	80	10
60 - 64	240	310	200	40	0
64 - 68	90	160	110	10	0
68 - 72	20	70	100	10	0
72 - 76	50	10	50	0	0
76 - 80	30	30	0	0	0
80 - 84	30	80	30	0	0
84 - 88	10	0	0	0	0
88 - 92	0	30	0	0	0
92 - 96	10	0	0	0	0

Çap dağılımlarının elde edilmesinde ilk aşama, çeşitli istatistiksel yoğunluk fonksiyonlarının parametrelerinin tahmin edilmesidir. Bu çalışmada, EasyFit programı kullanılarak, yaş ve bonitet sınıflarındaki çap dağılımının 60 farklı olasılık yoğunluk fonksiyonundan hangisine daha uygun olduğu araştırılmıştır. Bu çalışmada parametreleri tahmin edilen istatistiksel dağılım fonksiyonlarının örnek alandaki çap dağılımlarını temsil etme başarıları, Kolmogorov-Smirnov test istatistiği (D) değerinin küçük olması ve anlamlılık değerinin (p) %5'ten düşük olması ile ifade edilmiştir. Bu amaçla örnek alanda %5'ten küçük p değerine ve en küçük test istatistiği (D)değerine sahip dağılım fonksiyonu; çap dağılımlarını en iyi temsil eden fonksiyon olarak kabul edilmiştir. Söz konusu program

verilerin uygunluğunu tüm dağılımlar için test etmekte ve en iyi sonucu verene "1", en kötü sonucu verene "60" olacak şekilde sıra puanları (Rank Point) vermektedir. Her bir yaş ve bonitet sınıfı için ayrı ayrı en uygun dağılımın bulunmasına ilave olarak tüm yaş ve bonitet sınıfları için ayrı birer dağılımın uygunluğunu belirlemede bu sıra puanlarının toplamı esas alınacaktır. Toplam puanı en az olan dağılımın, genel itibariyle ilgili yaş ya da bonitet sınıfı için uygun olacağı sonucuna varılacaktır. EasyFit programında mevcut olan ve test edilen dağılımlar aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

$$D = \max_{1 \leq i \leq n} \left(F(x_i) - \frac{i-1}{n}, \frac{i}{n} - F(x_i) \right)$$

Tablo 4. Çalışmada kullanılan olasılık yoğunluk dağılımları

Sıra	Dağılım Adı	Sıra	Dağılım Adı	Sıra	Dağılım Adı
1	Beta	21	Gen. Gamma	41	Nakagami
2	Burr	22	Gen. Gamma (4P)	42	Normal
3	Burr (4P)	23	Gen. Pareto	43	Pareto 2
4	Cauchy	24	Gumbel Max	44	Pearson 5
5	Chi-Squared	25	Gumbel Min	45	Pearson 5 (3P)
6	Chi-Squared (2P)	26	Hypersecant	46	Pearson 6
7	Dagum	27	Inv. Gaussian	47	Pearson 6 (4P)
8	Dagum (4P)	28	Inv. Gaussian (3P)	48	Pert
9	Erlang	29	Johnson SB	49	Phased Bi-Exponential
10	Erlang (3P)	30	Kumaraswamy	50	Phased Bi-Weibull
11	Error	31	Laplace	51	Power Function
12	Error Function	32	Levy	52	Rayleigh
13	Exponential	33	Levy (2P)	53	Rayleigh (2P)
14	Exponential (2P)	34	Log-Gamma	54	Reciprocal
15	Fatigue Life	35	Log-Logistic	55	Rice
16	Fatigue Life (3P)	36	Log-Logistic (3P)	56	Student's t
17	Frechet	37	Log-Pearson 3	57	Triangular
18	Frechet (3P)	38	Logistic	58	Uniform
19	Gamma	39	Lognormal	59	Weibull
20	Gamma (3P)	40	Lognormal (3P)	60	Weibull (3P)

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, araştırılan dağılım modellerinin tamamı değil sadece en iyi sonuç alınan modellere ait fonksiyonlar aşağıda verilmiştir.

Beta Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

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

Johnson SB Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

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

Burada $z \equiv \frac{x-\xi}{\lambda}$ 'dir

3 parametrelili Weibull Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu;

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

Bu formüllerde, x:çap kademesindeki ağaç sayısı, μ :aritmetik ortalama, σ :standart sapma " $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda$ ve ξ " ise fonksiyonların parametreleridir. Yukarıda formülleri verilen istatistiksel dağılımların parametrelerinin tahmini, EasyFit adlı paket programı ile (EasyFit 5.1 Inc., 2009) gerçekleştirilmiştir. EasyFit programında parametrelerin tahmin edilmesinde standart olarak, maksimum olabilirlik "*Maximum Likelihood Estimation, MLE*" yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada da MLE yöntemi kullanılacaktır.

Yukarıda formülleri verilen istatistiksel dağılım fonksiyonlarının, çap dağılımlarını temsil etmedeki başarı düzeylerini belirlemek üzere, EasyFit programı tarafından analiz sonucu verilen Kolmogorov-Smirnov'a ait test istatistikleri (D) ve P değerleri dikkate alınmıştır.

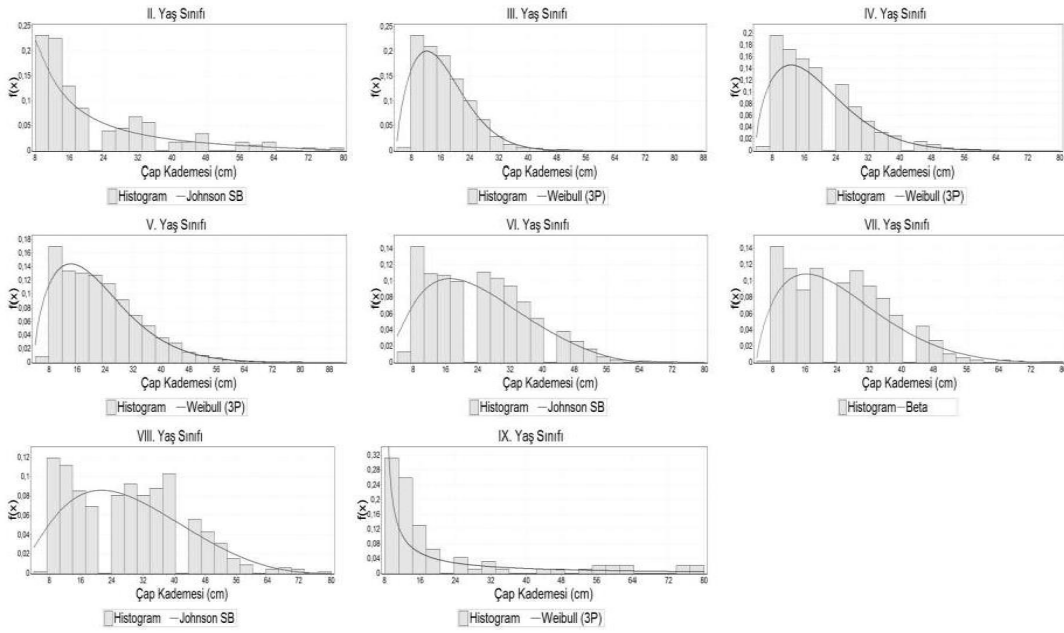
Aynı yaş sınıfına dâhil olan örnek alanlar tek grup olarak ele alınmış ve ağaçların çap kademelerine dökümü yapılmıştır. Mevcut 8 yaş sınıfındaki örnek alanların çap kademelerin dağılımının, EasyFit

programında var olan 60 farklı dağılım modelinden hangisine daha uygun olduğu ayrı ayrı test edilmiştir. Bu test işlemi sonucunda dağılımın III, IV, V ve IX. yaş sınıfında Weibull 3P; II, VI ve VIII. yaş sınıflarında Johnson SB ve VII. yaş sınıfında Beta dağılımına uygun olduğu sonucuna

varılmıştır. Yapılan testlere ilişkin özet bilgiler Tablo 5'te ve dağılımlara ilişkin grafikler de Şekil 1'de verilmiştir. Analiz sonucu uygunluğu test edilmiş dağılımlara ilişkin hesaplanmış parametre değerleri ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Yaş sınıfları itibariyle test sonuçları

Yaş Sınıfı	Dağılım Adı	D	P Değeri
II	Johnson SB	0.11897	0.957
III	Weibull 3P	0.12271	0.933
IV	Weibull 3P	0.10494	0.964
V	Weibull 3P	0.0934	0.981
VI	Johnson SB	0.08262	0.998
VII	Beta	0.09337	0.988
VIII	Johnson SB	0.09054	0.994
IX	Weibull 3P	0.15061	0.810



Şekil 1. Yaş sınıfları itibariyle dağılım grafikleri

Tablo 6. Yaş sınıflarına göre uygunluğu test edilmiş dağılımlara ilişkin hesaplanmış parametre değerleri

Yaş Sınıfı	Dağılım	Katsayılar			
II	Johnson SB	$\gamma = 1.390$	$\delta = 0.701$	$\lambda = 81.764$	$\xi = 5.997$
III	Weibull 3P	$\alpha = 1,683$	$\beta = 14.206$	$\gamma = 3.851$	
IV	Weibull 3P	$\alpha = 1.560$	$\beta = 17.134$	$\gamma = 3.835$	
V	Weibull 3P	$\alpha = 1.564$	$\beta = 20.07$	$\gamma = 3.745$	
VI	Johnson SB	$\gamma = 0.868$	$\delta = 1.180$	$\lambda = 73.726$	$\xi = -1.398$
VII	Beta	$\alpha_1 = 1.781$	$\alpha_2 = 5.641$	$a = 3.891$	$b = 90.082$
VIII	Johnson SB	$\gamma = 0.799$	$\delta = 1.263$	$\lambda = 89.284$	$\xi = -4.526$
IX	Weibull 3P	$\alpha = 0.393$	$\beta = 13.575$	$\gamma = 8.0$	

Tüm yaş sınıfları genel sıralamasını elde etmek için test edilen bütün dağılımların her bir yaş sınıfı için uygunluk sıralamaları toplanarak toplam sıra puanı elde edilmiştir. Burada temsil kabiliyeti en yüksek olan dağılımın sıra puanı program tarafından "1" olarak alınmış diğerlerine buna göre puan verilmiştir (Tablo 7). Buna göre en düşük sıra puanı 33 puan ile Johnson SB dağılımına

aittir. Bu puan genelleştirilirse tüm yaş sınıfları için Johnson SB dağılımının kullanılabilceği sonucuna varılabilir. Benzer bir çalışmada da Sönmez ve ark. (2010) ile Ercanlı ve ark. (2010) saf Doğu Ladini meşcerelerinde çap dağılımının en iyi şekilde Johnson SB dağılımı ile modellenebileceğini bulmuşlardır. Diğer dağılımların sıra puanları ise Weibull 3P için 74 ve Beta için 83'tür.

Tablo 7. Yaş sınıflarına göre dağılımların sıra puanları

Dağılım	Yaş Sınıfı Sıra Puanları								Toplam
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Johnson SB	1	3	4	5	1	8	1	10	33
Weibull 3P	36	1	1	1	9	11	14	1	74
Beta	2	8	7	8	5	1	4	48	83

Bonitet sınıfları belirlenmiş olan örnek alanlar aynı gruba alınmış ve her bir grupta yer alan ağaçların çap kademelerine dökümü yapılmıştır. Elde edilen değerler EasyFit programına girilerek hangi dağılıma uygun oldukları araştırılmıştır. Yapılan test işlemi sonucunda dağılımın I ve II. bonitetlerde Beta, III. bonitette Johnson SB, IV ve V. bonitette

ise Weibull 3P dağılımlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Yapılan testlere ilişkin özet bilgiler Tablo 8'de ve dağılımlara ilişkin grafikler ise Şekil 2'de verilmiştir. Analiz sonucu uygunluğu test edilmiş dağılımlara ilişkin hesaplanmış parametre değerleri ise Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Bonitet sınıfları itibariyle test sonuçları

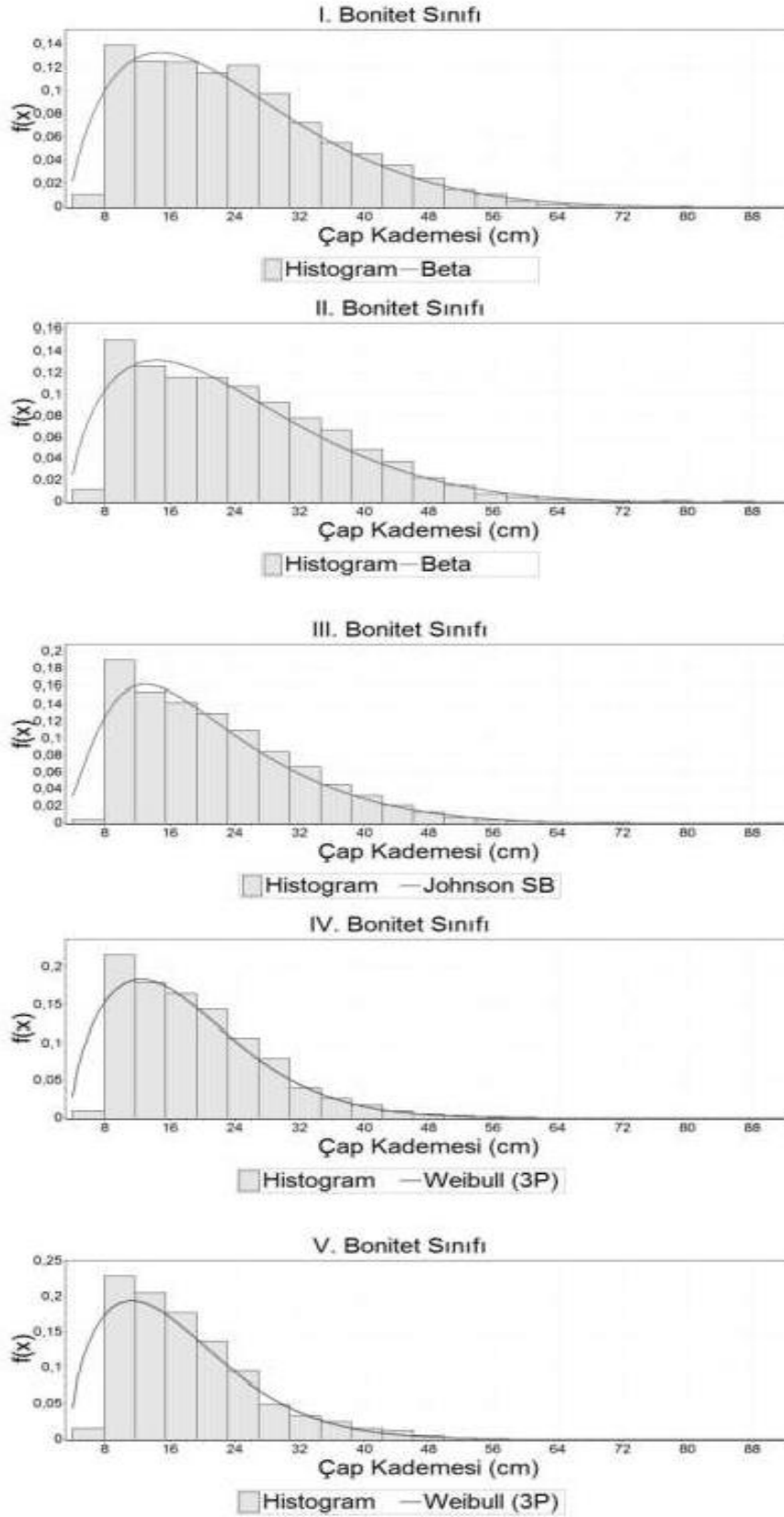
Bonitet Sınıfı	Dağılım Adı	D	P Değeri
I	Beta	0.07956	0.99606
II	Beta	0.08549	0.99061
III	Johnson SB	0.10155	0.95247
IV	Weibull 3P	0.11259	0.90133
V	Weibull 3P	0.11932	0.86076

Tablo 9. Bonitet sınıflarına göre uygunluğu test edilmiş dağılımlara ilişkin hesaplanmış parametre değerleri

Bonitet Sınıfı	Dağılım	Katsayılar			
I	Beta	$\alpha_1 = 1.830$	$\alpha_2 = 8.177$	$a = 3.472$	$b = 112.63$
II	Beta	$\alpha_1 = 1.733$	$\alpha_2 = 7.051$	$a = 3.547$	$b = 103.8$
III	Johnson SB	$\gamma = 1.795$	$\delta = 1.288$	$\lambda = 87.285$	$\xi = 0.9139$
IV	Weibull 3P	$\alpha = 1.604$	$\beta = 15.94$	$\gamma = 3.787$	
V	Weibull 3P	$\alpha = 1.546$	$\beta = 14.87$	$\gamma = 3.736$	

Tablo 10. Bonitet sınıflarına göre dağılımların sıra puanları

Dağılım	Bonitet Sınıfı Sıra Puanları					Toplam
	I	II	III	IV	V	
Weibull 3P	4	5	2	1	1	13
Beta	1	1	5	7	6	20
Johnson SB	6	8	1	5	7	27



Şekil 2. Bonitet sınıfları itibariyle dağılım grafikleri

Tüm bonitet sınıflarını tek bir sınıf olarak ele alıp bunlara ait genel sıralamayı belirlemede her bir dağılımın başarı sırası dikkate alınmış ve bunlar toplanmıştır. En iyi temsil kabiliyetine sahip dağılım puanının "1" olduğu düşünülürse burada en düşük puanı 13 puan ile Weibull 3P dağılımı almıştır. Bunu 20 puan ile Beta ve 27 puanla Jonhson SB dağılımı izlemiştir (Tablo 10). Buradan tüm örnek alanlar için en iyi sonucu Weibull 3P dağılımının verdiği söylenebilir. Bu durum Sönmez ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışma sonucu bulunan değerlerle örtüşmektedir.

Araştırmacılar tarafından Doğu Ladini için çap dağılımı modellemesinde orman tek obje olarak düşünülmüştür. Her ne kadar çok az sayıda araştırma sonucu yayınlanmış olsa da genel itibariyle Ercanlı ve ark. (2010) ile Sönmez ve ark. (2010) Johnson SB; Liu ve ark (2004) Weibull dağılımlarının uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak biraz daha detaya inilmiş, bonitet ve yaş sınıfı itibariyle çap dağılımı araştırılmıştır. Doğu Ladini için yayınlanmış benzer bir çalışma bulunamadığından detaylı karşılaştırma yapılamamıştır.

Sonuçlar ve Öneriler

Saf doğu ladini meşcerelerinde ağaç sayılarının çap kademelerine dağılımı yaş sınıfları ve bonitet derecelerine göre farklılıklar göstermektedir. Tüm ormanı bir bütün olarak ele alıp tek bir dağılım modeli ile ifade etmek yerine yaş sınıfları ve/veya bonitet derecelerine göre ayrı ayrı modellemek daha sağlıklı sonuçlar almak açısından önemlidir. Zira yaş sınıfları itibariyle hektardaki ağaç sayıları çap kademelerine göre çok farklılık göstermektedir. Benzer şekilde aynı yaştaki meşcerelerde ağaç sayıları buldukları bonitet derecesine göre değişmektedir. Meşcere yaşı aynı olmak koşuluyla, iyi bonitet sınıfındaki bir meşcerenin birim alandaki ağaç sayısının kötü bonitet sınıfında olana göre daha az olduğu bilinmektedir. İşte bu gibi farklılıklardan dolayı ağaç sayısı ve hacimde oluşabilecek olumsuzlukları en aza indirebilmek için çap kademelerindeki ağaç sayıları yaş sınıfları ya da bonitet derecelerine

göre hesaplanmalıdır. Böylece, orman envanterinde ve planlamada gerekli olan meşcere serveti ve artımı en az hata ile hesaplanabilecektir.

Çap dağılımları, yetiştirme ortamları ve meşcere kuruluşları bakımından farklı şekilde seyretmektedir. Bu durum, meşcere özelliğinin ve çevresel koşulların birbiriyle karşılık etkileşimlerinin ağaçlarda büyümeyi etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle, etkin ve tutarlı çap dağılımı tahminlerin yapılması, meşcerelerdeki ölçümün devamlı ya da yarı devamlı deneme alanlarında belirli aralıklarla yapılması ile mümkün olacaktır. Dünyada, çap dağılımlarına ilişkin modeller, bu şekilde yapılan ölçümler sonucu daha başarılı olarak elde edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada, TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olan TOVAG-109O603 kodlu proje kapsamında toplanan veriler kullanılmıştır. Proje ekibine ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Kaynaklar

Bailey R.L., T.R. Dell. 1973. Quantifying diameter distribution with 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., K.A. Reinker. 1964. A lognormal approach to diameter distributions in even-aged stands. Forest Science, 10, 350-360.

Clutter J.L., F.A. Bennett. 1965. Diameter distributions in old-field slash pine plantation, Georgia Forest Research Council, Report No.13.

EasyFit 5.1 Inc. 2009. MathWave Technologies, 2004-2015.

Ercanlı İ., H. Yavuz. 2010. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışık meşcerelerinde çap dağılımlarının olasılık yoğunluk fonksiyonları ile belirlenmesi, Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 10 (1): 68-83.

Hafley W.L., H.T. Schreuder.1977. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-aged stands. Canadian Journal of Forest Research,4, 481-487.

Hyink, D.M., J.W. Moser 1983. A generalized framework for projecting forest yield and stand structure using diameter distributions. Forest Science,29, 85-95.

Johnson N.L. 1949. Systems of Frequency Curves Generated By Methods of Translation, *Biometrika*, 36, 149-176.

Liu C., S. Y. Zhang, Y. Lei, P.F. Newton, L. Zhang. 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.

Maltamo M. 1997. Comparing basal area diameter distributions estimated by tree species and for the entire growing stock in a mixed stand. *Silva Fennica*, 31, 5365.

Matney T.G., A.D. Sullivan. 1982. Compatible stand and stock tables for unthinned loblolly pine stands, *Forest Science*, 28, 161-171.

Nelson T.C. 1964. Diameter distribution and growth of loblolly pine. *Forest Science*, 10, 105-114.

Rennolls D. N., K. Geary T. J. D. Rollinson. 1985. Characterising diameter distribution by the use of the weibull distribution, *Forestry*, 58, 57-66.

Sönmez T., Günlü A., Karahalil U., Ercanlı İ., Şahin A. 2010. Saf Doğu Ladini meşcerelerinde çap dağılımının modellenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi (20-22 Mayıs 2010), 388-398, Artvin, Türkiye.

Weibull W. 1951. A statistical distribution function of wide applicability, *J. Appl. Mech.*, 18, 293-297.

Zöhrer, F. 1969. Ausgleich Von Häufigkeitsverteilungen Mit Hilfe Der Beta-Funktion, *Forstarchiv*, 40, 37-42