

DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* (L.) LINK.) MEŞCERELERİ İÇİN YÖRESEL (ARTVİN MERKEZ İŞLETME ŞEFLİĞİ) SIKLIĞA BAĞLI HASILAT TABLOSUNUN DÜZENLENMESİ

İlker ERCANLI¹

Hakkı YAVUZ²

K.T.Ü. Orman Fakültesi, 61080 Trabzon
¹ercanli@ktu.edu.tr, ²hyavuz@ktu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Artvin Merkez İşletme Şefliği içerisinde yer alan Doğu Ladini Meşcereleri için Sıklığa bağlı hasılat tablosu düzenlenmiştir. Veriler; sistematik örnekleme yöntemiyle seçilen 104 adet örnek alandan elde edilmiştir. Örneklenen meşcerelerin yaşları 30-200, bonitet sınıfları I-IV ve Sıklık dereceleri ise 0.2-1.2 arasında değişmektedir. Dikili ağaç hacminin hesaplanabilmesi için çalışma alanından seçilen değişik boyutlardaki 62 adet örnek ağaç verilerine bağlı olarak tek girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiştir. Düzenlenen sıklığa bağlı hasılat tablosu ile meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecelerinin fonksiyonu olarak kalan ve ayrılan meşcereye ilişkin büyüme elemanları tahmin edilebilmektedir. Elde edilen sonuçlar; temel büyüme yasaları ve literatür bilgileri ile uyumlu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğu Ladini, Sıklığa bağlı hasılat tablosu, Büyüme, Sıklık

THE CONSTRUCTION OF VARIABLE DENSITY YIELD TABLE FOR ORIENTAL SPRUCE (*Picea orientalis* (L.) LINK.) STANDS IN ARTVIN CENTRAL STATE FOREST ENTERPRISE

ABSTRACT

In this study, a variable density yield table is constructed for oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) in Artvin Central State Forest Enterprise. The data are obtained from 104 sample plots gathered with systematic sample method. Stand age are 30-200, site index I-IV, and density index 0.2-1.2. To estimate standing tree volume, single entry tree volume table is constructed by using 62 various sizes trees obtained from study areas. The growth components of main and removed stand can be estimated by variable density yield table been functions of stand age, site index, and density index. The findings obtained from density dependent yield table were in agreement with the known rules and laws.

Keywords: Oriental spruce, Variable density yield table, Growth, Density

1. GİRİŞ

Doğu Ladini (*Picea Orientalis* (L.) Link.), 40-50 metre boy ve 1.5-2 metre çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli bir orman ağacıdır. Asli ağaç türlerinin en önemlileri arasında yer alan Doğu Ladini, Ülkemiz ormanları içinde kapladığı 472182 ha alan ile, toplam orman alanının %2.3'nü oluşturmaktadır (Konukçu, 2001). Doğu Ladini, Kuzey Doğu Anadolu'nun sahil kesimleri ve Kafkasya'da 40⁰ 23'-43⁰ 50' enlemleri ile 37⁰ 40'-44⁰ 13' boylamları arasında doğal olarak yayılmaktadır (Küçük, 1989). Ülkemizde yayılışının doğu sınırı Türk-Rus sınırından başlar ve batıda Ordu ili yakınlarında Melet ırmağı ile son bulur (Anşın, 2001).

Bu ağaç türünün odunu, sanayide geniş ölçüde kullanım alanı bulurken, ayrıca Doğu Ladini ormanları bölge halkı için sosyal ve ekonomik yönden de büyük önem taşımaktadır (Akalp, 1978). Doğu Ladini meşcerelerine ilişkin amenajman planlarının düzenlenmesinde bu meşcerelerin verim güçleri, ekolojik koşulları, silvikültürel durumları, artım ve büyüme ilişkileri ile ürün miktarlarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Ormanların planlanmasında, bir çok karar, büyüme ilişkilerinin tahminine ihtiyaç duymaktadır.

Türkiye'de Doğu ladini meşcerelerinin büyüme ve hasılatını belirlemeye yönelik ilk çalışma; "Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarında Hasılat Çalışmaları" adlı doktora çalışmasıdır (Akalp, 1978). Daha sonraki yıllarda, değişik yaşlı Doğu Ladini (Akalp, 1983; Yavuz, 1992) meşcereleri için geliştirilen simülasyon modelleri ile artım ve büyüme ilişkileri incelenmiştir. Yöresel olarak da Maçka Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Ormanüstü serisi sınırları içerisinde yer alan müdahale görmüş Doğu Ladini meşcereleri için sıklığa bağlı hasılat tablosu geliştirilmiştir (Köse vd., 2001). Ayrıca Ülkemizde Kestane (Kapucu vd., 2002) ve Kızılçam (Yeşil, 1992) ağaç türleri için sıklığa bağlı hasılat tabloları düzenlenmiştir. Bu konuda, ülkemiz dışında da pek çok çalışma yapılmış olup, örnek olarak *Pinus elliotii* (Bennet, 1970), *Pinus radiata* (Carron, 1967), *Pinus contorta* (Johnstone, 1976), *Pinus taeda* (Wenger, 1958) ve *Pesudotsuga menziessi* (O'hara and Oliver, 1988) ağaç türleri için düzenlenen sıklığa bağlı hasılat tabloları verilebilir.

Bu çalışmada, Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Artvin Merkez İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan toplam 5175 ha büyüklüğündeki doğal yolla oluşmuş ve düzenli bir silvikültürel müdahale yapılmamış Doğu Ladini meşcerelerinin hacim, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, orta çap ve orta boy gibi meşcere özelliklerinin, meşcere yaşı, bonitet ve sıklık derecesine göre değişimi incelenmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın amacı, Doğu Ladini meşcerelerinde hacim ve hacim elemanlarının, yaş, bonitet ve sıklığa göre değişimlerini incelemektir. Bu nedenle örnek alanlar, faklı yaş, bonitet ve sıklıktaki meşcerelere mümkün olduğu kadar dengeli bir

biçimde dağıtılmaya çalışılmıştır. Örnek alanlar, kapalılığa göre, 400, 600 ve 800 m² büyüklüğünde, daire biçiminde ve 300 m aralık ve mesafe ile sistematik örnekleme ile alınmıştır. Bu araştırma kapsamında 104 adet örnek alan, Artvin’de doğal yolla gelmiş, saf Doğu Ladini’nin ağırlıkta olduğu ormanlardan alınmıştır. Her bir örnek alanda; tüm ağaçların göğüs çapları, her çap basamağından olabildiğince eşit sayıda toplam 10 ağacın boyu, her çap basamağından boyu ölçülen her bir ağacın göğüs yüksekliği yaşı ölçülmüştür. Çizelge 1’de örnek alanların alındığı meşcerelere ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler verilmiştir.

Sıklığa bağlı hasılat tablolarının düzenlenmesinde öncelikle serbest değişken olarak isimlendirilen meşcere yaşı, yetiştirme ortamı verim gücü ve sıklık derecesinin saptanması gerekir.

Her bir örnek alanda göğüs yüksekliğinden yaş ölçümü yapılan ağaçların yaşlarının aritmetik ortalaması alınarak meşcere yaşı hesaplanmıştır. Ağaçların göğüs yüksekliğine ulaştıkları yıl sayıları ise, arazide çok sayıdaki fidan ölçümlerinin ortalamalarına bağlı olarak I., II., III. , IV. ve V. bonitet sınıflarına göre yaklaşık olarak 13, 15, 17, 19 ve 21 yıl olarak saptanmıştır.

Meşcerelerin yetiştirme ortamı verim gücü değerleri; meşcere yaşı ve meşcere üst boyunun fonksiyonu olarak, Akalp (1978) tarafından düzenlenen bonitet endeks tablosu yardımıyla hesaplanmıştır. Meşcere üst boyu ise hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların ortalama boyu olarak alınmıştır.

Çizelge 1. Örnek alanlara ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler.

Değişkenler	Min.	Max.	Aritmetik Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma (S)	Değişkenlik Katsayısı (%Cv)
Yaş (yıl)	48	159	108	23	21
Orta boy (m)	12.1	28.7	21.3	4.,4	20
Orta çap (cm)	16.9	54.2	32.4	8.,6	27
Ağaç sayısı (N/ha)	113	1950	550	343	62
Göğüs yüzeyi (m ² /ha)	6.8	74.6	38.1	13.7	36
Hacim (m ³ /ha)	66	849.1	393.9	152.8	39
Eğim (%)	0	53	27	10	38
Bakı (derece)	0	345	68	93	137
Yükselti (m)	678	1912	1416	271	19

Meşcere sıklık dereceleri; Akalp (1978) tarafından normal sıklıktaki Doğu Ladini Meşcereleri için oluşturulan meşcere orta çapı (d)-hektardaki ağaç sayısı

(N) ilişkisi yardımı ile saptanmıştır. Sözü edilen ilişkinin denklemi “ $\log \hat{N} = 5.47542 - 1.7416 \cdot \log d$ ” biçimindedir. Bu denklemde meşcere orta çapları yerine konularak, normal sıklıktaki ve 1 ha alan için tahmini ağaç sayıları hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alanların göğüs yüzeyi orta ağacı çapına karşılık gelen göğüs yüzeyi ile yukarıdaki denklem kullanılarak elde edilen normal sıklıktaki ağaç sayısı çarpılarak normal sıklıktaki meşcerenin göğüs yüzeyi hesaplanmıştır. Son aşamada ise, meşcerelerin arazide ölçülen hektardaki göğüs yüzeyi, normal sıklıktaki göğüs yüzeyi değerine bölünmesi ile örnek alanlara ait sıklık dereceleri hesaplanmıştır.

Serbest değişkenlerin fonksiyonu olarak, meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, orta çap ve orta boy gibi çeşitli meşcere elemanları, regresyon denklemleri ile tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada, regresyon denklemleri; SPSS 12.0 adlı istatistik paket programı yardımıyla ve “Aşamalı Regresyon Teknikleri” kullanılarak oluşturulmuştur (SPSS Institute Inc., 2003).

Örnek alanda tüm ağaçların göğüs çapları ölçüldüğünden, meşcere ağaç sayısı ve göğüs yüzeyi ile orta çap (\bar{d}_g) doğrudan hesaplanabilmektedir. Meşcere orta boyu, meşcere orta çapının (\bar{d}_g), ilgili meşcere boy eğrisinde yerine konulması ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada, örnek alanlarda boylanma eğrisi elde etmek için yeterli sayıda boy ölçümü yapılamaması nedeniyle boylanma eğrileri, her örnek alan yerine gelişme çağ sınıfları için düzenlenmiştir. Ayrıca boy gelişimi üzerinde yetiştirme ortamı verim gücünün etkisi olduğu varsayımından hareket ederek, çap-boy ilişkisi elde edilirken yetiştirme ortamı verim gücü de dikkate alınmıştır. Bunun için boylanma eğrileri, her çağ sınıfı içinde, bonitet sınıflarına göre düzenlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında bonitet sınıflarına göre boylanma eğrileri farklılık göstermeyen çağ sınıfları için ise tek bir boylanma eğrisi elde edilmiştir.

Meşcere hacminin hesaplanabilmesi için, söz konusu yöre için geçerli bir hacim tablosu olmadığından, çalışma alanından seçilen 62 adet örnek ağaçta seksiyon ölçümleri yapılarak, örnek ağaçların gövde hacimleri hesaplanmış ve bu değerler göğüs çapı ile ilişkiye getirilerek tek girişli ağaç hacim denklemi düzenlenmiştir. Düzenlenen tek girişli ağaç hacim denkleminin “Toplam Hata Yüzdesi (THY)” ve “Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (OMHY)” değerleri (1) ve (2) nolu eşitliklerle hesaplanmıştır.

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

$$\text{OMHY} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{V}_i - V_i|}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (2)$$

Burada, V_i : i'nci ağacın bölümlene yöntemine ile hesaplanan hacmini

\hat{V}_i : i'inci ağacın hacim denkleminde tahmin edilen hacmini göstermektedir

n : Örnek ağaç sayısı (adet)

Meşcerelerin genel hacim verimini belirleyebilmek için kalan (asli) meşcereye ek olarak ayrılan (ara) meşcerenin hacim ve hacim öğelerinin de bilinmesi gerekir. Çünkü; bir meşcerenin genel hacim verimi, bu meşcerenin belirli bir yaştaki hacmi ile o yaşa kadar ayrılan meşcere hacimleri toplamıdır.

Ayrılan meşcereye ilişkin ağaç sayısı, orta çap ve hacim gibi büyüme öğeleri, devamlı örnek alanlarda yapılan periyodik ölçüm ve gözlemlerle doğrudan saptanabilmesine karşın, devamlı örnek alanların bulunmaması durumunda, geçici örnek alanlar yardımıyla ayrılan meşcereye ilişkin büyüme öge ya da elemanları ancak tahmin edilebilmektedir (Kapucu, 2002). Çalışmamızdaki örnek alanlarının geçici özellikte olması nedeniyle, yukarıda belirtilen yöntem yerine ayrılan meşcere hacmi aşağıda açıklanan yöntemle tahmin edilmiştir.

Her bir örnek alanda, ilk aşamada dikili kuru, hastalıklı, mağlup veya kurumakta olan ağaçlar, belirli bir zaman sonra alandan ayrılarak, ayrılan meşcereye dâhil olacaklarından, bu ağaçlar esas alınarak ayrılan meşcere hacmi hesaplanmıştır. Sözü edilen ağaçların göğüs çapları, bu çalışma kapsamında düzenlenen tek girişli ağaç hacim denkleminde yerine konularak, hacimleri hesaplanmış ve hacimler toplanarak örnek alandaki ayrılan meşcere hacmi hesaplanmıştır. İkinci aşamada örnek alan büyüklüğü hesaba katılarak, örnek alandaki ayrılan meşcere hacmi hektara çevrilmiştir. Üçüncü aşamada ise ayrılan meşcere hacim değerleri ile bunların ait oldukları örnek alanların, yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri arasında regresyon analizi ile istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir. Böylece yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri için hektarda ayrılan meşcere hacmini veren regresyon denklemi düzenlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1 Ağaç Hacim Denkleminde İlişkin Bulgular

Tek girişli ağaç hacim tablosunun oluşturulabilmesi için, bu konuda çeşitli literatürde verilen hacim denklemleri (Loetsch vd., 1973; Avery ve Burkhart, 1983; Husch vd., 1982; Van Lear and Akça, 1997; Philph, 1994) dikkate alınmış ve verilere en uygun sonuç ;

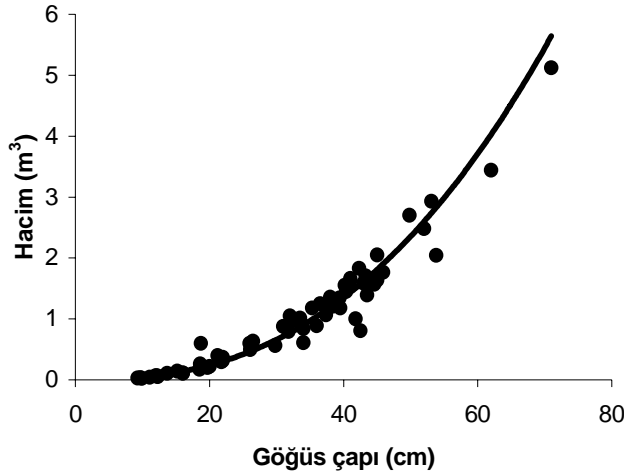
$$\hat{V} = -0.00921 \cdot d + 0.001087 \cdot d^2 \quad (3)$$

denklemi ile elde edilmiştir. Hacim denkleminin tüm katsayıları $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olup, belirtme katsayısı (R^2) 0.977 ve standart hatası ($S_{y.x}$) ise

0.215 m³ olarak hesaplanmıştır. Toplam hata yüzdesi –% 0.5 ve Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi %13'dür. Hacim denkleminde Toplam Hata Yüzdesinin, mutlak değerce %1, ortalama hata yüzdesinin ise %10 ve daha küçük olması önerilmektedir (Kalıpsız, 1999). Bu çalışmada olduğu gibi özellikle tek girişli hacim tablolarında önerilen ortalama mutlak hata yüzdesinin sağlanması oldukça zordur. Çünkü göğüs çapları eşit olan ağaçlarda, boy ve gövde şekli farklılıkları hacim üzerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Düzenlenen hacim denkleminin 10-70 cm'lik çapa sahip ağaçlar için geçerlidir (Şekil 1). Çünkü seçilen örnek ağaçların çapları, bu aralıkta dağılım göstermektedir.

3.2 Boylanma Eğrisine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada, örnek alanlarda boylanma eğrisi elde etmek için yeterli sayıda boy ölçümü yapılamaması nedeniyle boylanma eğrileri, her örnek alan yerine çağ sınıfları için düzenlenmiştir. Çağ sınıfları için boylanma eğrileri düzenlenirken, boylanma üzerine yetiştirme ortamı verim gücünün etkisi dikkate alınmıştır. Ancak yetiştirme ortamı verim gücünün boylanma üzerine etkisi sadece *cd* çağı için elde edilmiş diğer çağ sınıflarında ise bonitetlere göre boylanma eğrilerinde bir farklılık



Şekil 1. Göğüs çapı-hacim ilişkisi.

saptanamamıştır. Sonuç olarak, *cd* çağında bonitetlere göre iyi (I. ve II. Bonitetler), orta (III. Bonitet) ve fena (IV. ve V bonitetler) yetiştirme ortamları için olmak üzere 3 farklı boylanma eğrisi oluşturulmuş ve diğer çağ sınıflarında ise tek bir eğri düzenlenmiştir.

cd çağı için boylanma eğrileri;

$$\text{İyi Bonitet için (I. ve II.); } h = e^{[3.731-(18.06/d_{1.3})]}, R^2=0.874, S_{y.x}=0.133 \quad (4)$$

$$\text{Orta için (III.); } h = e^{[3.701-(19.561/d_{1.3})]}, R^2=0.732, S_{y.x}=0.1882 \quad (5)$$

$$\text{Fena Bonitet için (VI ve V.); } h = e^{[3.582-(17.431/d_{1.3})]}, R^2=0.846, S_{y.x}=0.161 \quad (6)$$

bc çağı için boylanma eğrisi;

$$h = e^{[3.483-(16.131/d_{1.3})]}, R^2=0.803, S_{y.x}=0.1657 \quad (7)$$

c çağı için boylanma eğrisi;

$$h = e^{[3.562-(18.067/d_{1.3})]}, R^2=0.856, S_{y.x}=0.1417 \quad (8)$$

d çağı için boylanma eğrisi;

$$h = e^{[3.74-(20.779/d_{1.3})]}, R^2=0.856, S_{y.x}=0.1417 \quad (9)$$

biçimindedir.

3.3 Kalan Meşcere Öğelerine İlişkin Bulgular

Meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve meşcere sıklığının (sd) fonksiyonu olarak kalan meşcerenin hektardaki ağaç sayısı (N), göğüs yüzeyi (G), meşcere orta çapı (dg), meşcere orta boyu (hg) ve meşcere hacmi (V) değerleri aşağıda verilen regresyon denklemleri ile hesaplanmıştır.

$$\ln \hat{N} = 17.749 + 8.076 \cdot 10^{-2} \cdot \ln(t) \cdot \ln(sd) \cdot \ln(be) - 1.412 \cdot \ln(be \cdot t) \quad (10)$$

$R^2=0.733, S_{yx}=0.3245$ ve $f=1.1288$

$$\ln \hat{G} = 3.492 + 0.245 \cdot \ln(be) + 0.974 \cdot \ln(sd) - 19.237 \cdot \frac{1}{t} \quad (11)$$

$R^2=0.988, S_{yx}=0.0471$ ve $f=1.0026$

$$\ln \hat{d}_g = -4.175 + 0.998 \cdot \ln(t \cdot be) - 2.37 \cdot 10^{-3} \cdot (sd \cdot t) \quad (12)$$

$R^2=0.549, S_{yx}=0.1812$ ve $f=1.038$

$$\ln \hat{h}_g = 2.883 + 3.856 \cdot 10^{-2} \cdot (be) - \frac{66.484}{t} - 0.178 \cdot (sd) \quad (13)$$

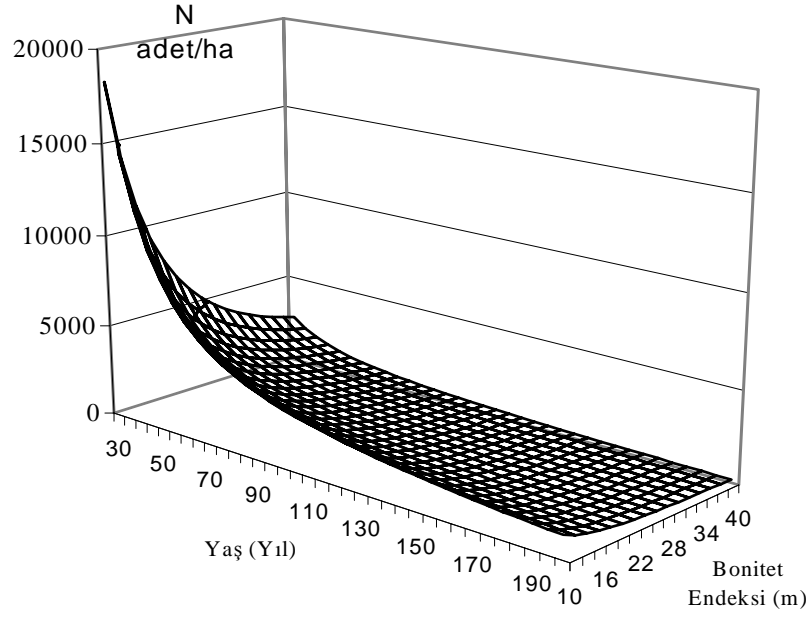
$R^2=0.64, S_{yx}=0.1289$ ve $f=1.02$

$$\ln \hat{V} = 4.647 + 0.655 \cdot \ln(be) + 0.892 \cdot \ln(sd) - \frac{35.911}{t} \quad (14)$$

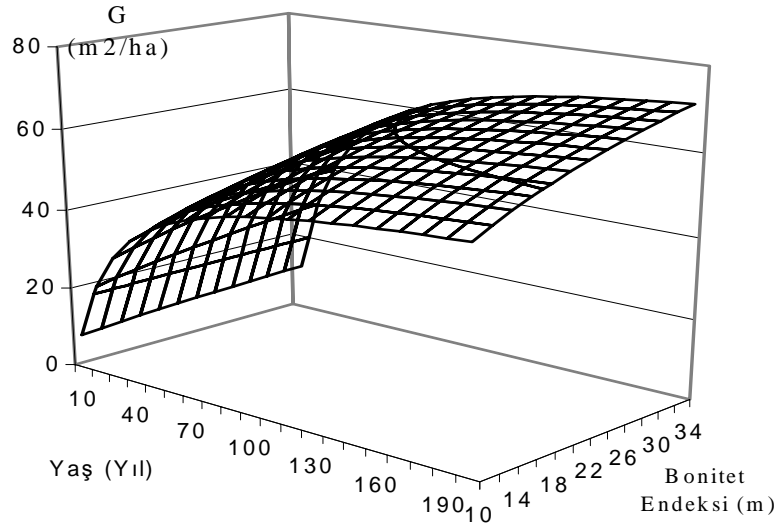
$R^2=0.951, S_{yx}=0.0964$ ve $f=1.011$

Regresyon denklemlerinde yer alan t meşcere yaşını, be bonitet endeksini, sd sıklık derecesini, R^2 belirtme katsayısını, $S_{y.x}$ standart hatayı ve f düzeltme faktörünü (logaritmik denklemler için) göstermektedir. Regresyon denklemlerindeki tüm katsayılar, $p=0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Bağımlı değişkenler (ağaç sayısı, meşcere hacmi v.b) ile bonitet endeksi, meşcere yaşı ve sıklık derecesi gibi bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler, bilinen büyüme yasalarına uygundur. Regresyon modellerinden yararlanarak, çeşitli meşcere öğelerinin, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimi Şekil 2-6 da verilmiştir.

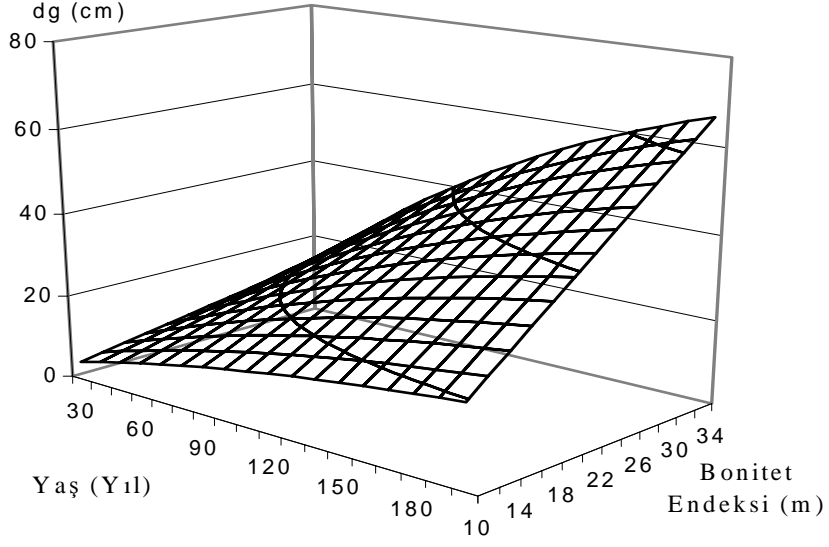
DOĞU LADİNİ MEŞCERELERİ İÇİN YÖRESEL SIKLIĞA BAĞLI HASILAT TABLOSUNUN ..



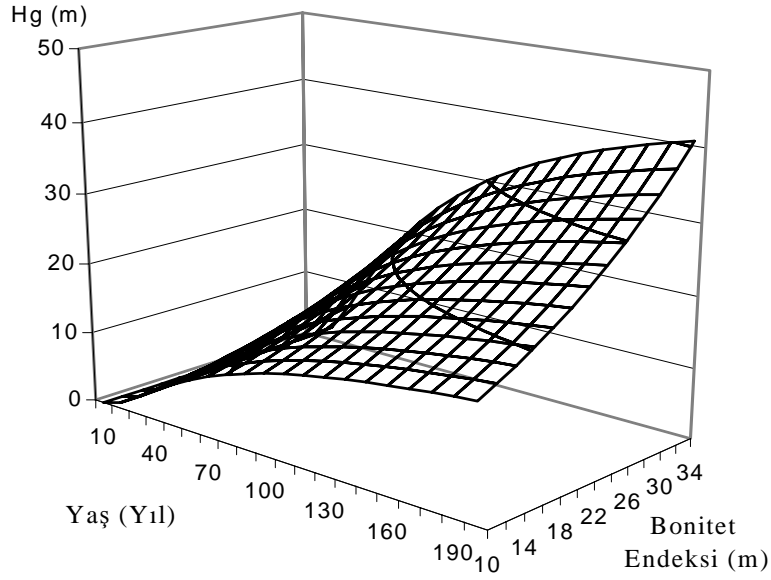
Şekil 2. Ağaç sayısının yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).



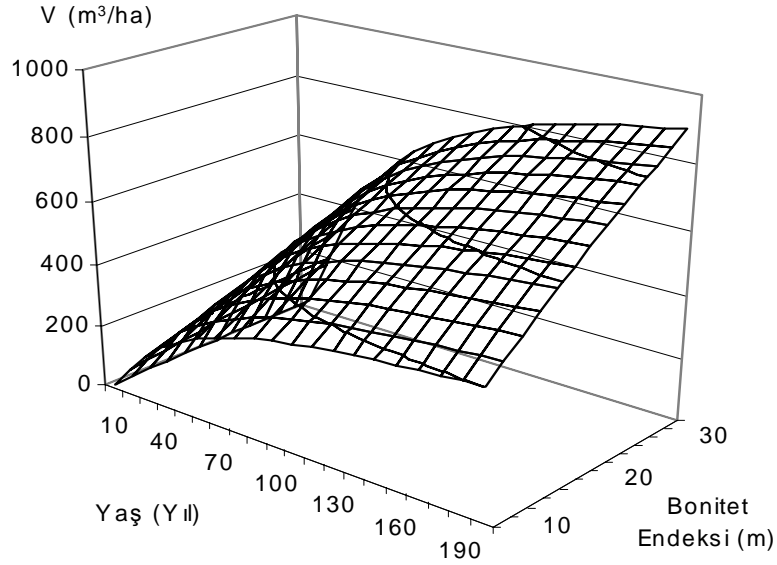
Şekil 3. Göğüs yüzeyinin yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).



Şekil 4. Meşcere orta çapının yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).



Şekil 5. Meşcere orta boyunun yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).



Şekil 6. Asli meşcere hacminin yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).

3.4 Ayrılan Meşcereye İlişkin Bulgular

Meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri için hektarda ayrılan meşcere hacmini veren regresyon denklemi,

$$\ln \hat{V}_A = 2.708 - \frac{32.21}{t} + 2.019 \cdot 10^{-2} \cdot (be) + 0.605 \cdot (sd) \quad (15)$$

$$R^2=0.761, S_{yx}=0.2064 \text{ ve } f=1.084$$

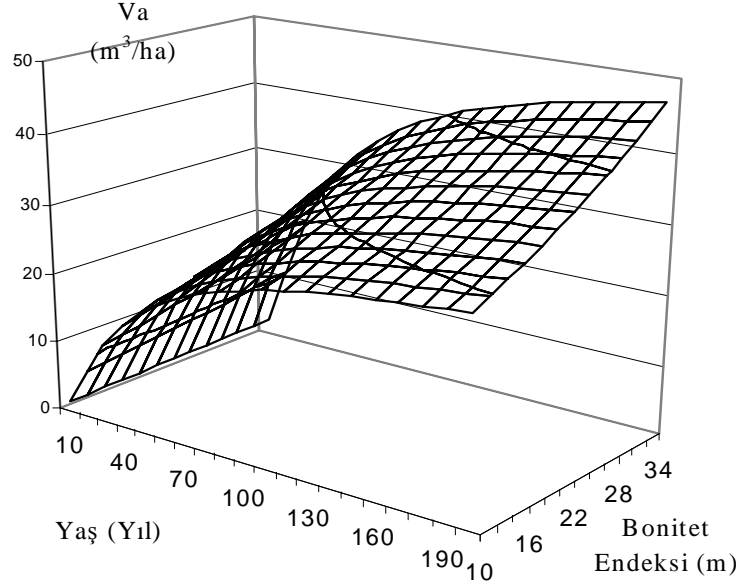
biçiminde elde edilmiştir. Ayrılan meşcere hacmin, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimi Şekil 7'de verilmiştir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Artvin Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan Doğu Ladini ormanlarında bulunan doğal yoldan oluşmuş, saf ve eşit yaşlı meşcerelerin yaş, yetiştirme ortamı ve sıklık derecelerine bağlı olarak büyüme ve artım özellikleri incelenmiştir.

Bu amaçla çeşitli yaş, yetiştirme ortamı ve sıklık derecelerinden 104 adet deneme alanı alınmıştır. Örnek alanları, 30-200 yaş, 5 bonitet sınıfı ve 0.2-1.2 sıklık derecesinde değişim göstermektedir. Örnek alanlardan elde edilen veriler ile Doğu

Ladini için yöresel tek girişli ağaç hacim tablosu ve meşcere özelliklerinin (meşcere hacmi, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, orta çap, orta boy), meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklığa göre değişimini gösteren regresyon denklemleri düzenlenmiştir.



Şekil 7. Ayrılan meşcere hacminin yaş ve bonitet endeksine göre değişimi (sd=1.0).

Bonitet endeksi, meşcere yaşı ve sıklık derecesi ile en yüksek ilişkiyi, meşcere göğüs yüzeyi ($R^2=0.988$), daha sonra sırasıyla meşcere hacmi ($R^2=0.951$), ağaç sayısı ($R^2=0.733$), orta boy ($R^2=0.640$) ve orta çap ($R^2=0.549$) vermiştir. Ayrıca ayrılan meşcere hacmine ilişkin regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) 0.761'dir.

Kalan ve ayrılan meşcereye ait özelliklerinin meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesi arasındaki ilişkiler, istatistiksel olarak anlamlı ve büyüme yasalarına uygundur. Oluşturulan büyüme modellerine ilişkin sonuçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

- ✓ Aynı bonitet sınıfı ve sıklık derecesi için yaşa bağlı olarak ağaç sayısı azalırken, göğüs yüzeyi, hacim, orta çap ve orta boy artış göstermektedir.
- ✓ Aynı bonitet sınıfı ve yaş için meşcere sıklığı artıkça olarak göğüs yüzeyi, hacim, ağaç sayısı ve orta boy artarken, orta çap azalmaktadır.
- ✓ Aynı sıklık derecesi ve yaş için bonitet endeksi artıkça göğüs yüzeyi, hacim, orta çap ve orta boy artarken, ağaç sayısı azalmaktadır.
- ✓ Ayrılan meşcere hacmi ise; yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri ile artmaktadır.

Meşcere özelliklerine ilişkin regresyon modellerinin sonuçları incelendiğinde; 1.0 sıklık derecesinde 40 yaşında I., III. ve V. bonitet sınıflarına göre meşcere hacmi 436.8, 349.1, 247.6 m³, 60 yaşında 589.2, 470.9, 333.9 m³, 100 yaşında 582.8, 598.2, 424.3 m³, 0.4 sıklık derecesinde 40 yaşında I., II. ve III. Bonitet sınıflarına göre meşcere hacmi 192.9, 154.2, 109.3 m³, 60 yaşında 260.2, 207.9, 147.5 m³, 100 yaşında 330.6, 264.2, 187.4 m³'dir. 1.0 sıklık derecesinde 40 yaşında I., II. ve III. bonitet sınıflarına göre ağaç sayısı 2125, 3446, 7227 adet/ha, 60 yaşında 1199, 1944, 4077 adet/ha, 100 yaşında 583, 945, 1982 adet/ha, 0.4 sıklık derecesinde 40 yaşında I., II. ve III. bonitet sınıflarına göre ağaç sayısı 808, 1439, 3483 adet/ha, 60 yaşında 410, 737, 1813 adet/ha, 100 yaşında 174, 318, 797 adet/ha'dır. Meşcere orta boyu ise; 1.0 sıklık derecesinde 40 yaşında I., II. ve III. bonitet sınıflarında 10.9, 7.4, 5.1 cm, 60 yaşında 19, 13, 8.8 cm, 100 yaşında 29.7, 20.2 13.7 cm, 0.4 sıklık derecesinde 40 yaşında I., II. Ve III. bonitet sınıflarına göre 12.2, 8.3, 3.2 cm, 60 yaşında 21.2, 14.4, 9.8, 100 yaşında ise 33, 22.5, 15.3 cm'dir.

Tek ağaçlara ilişkin düzenlenen hacim denkleminin belirtme katsayısı (R²) değeri 0.977 olarak hesaplanmıştır. Böylece gövde hacmindeki değişkenliğin % 97.7'si göğüs çapı tarafından ve geriye kalan % 2.3'lük kısım ise, ağaç boyu ve gövde şekli gibi hacmi etkileyen diğer faktörlerden kaynaklanmaktadır. Hacim denklemin Toplam Hata Yüzdesi; -% 0.50, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ise % 13.53 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma ile Doğu Karadeniz Bölgesi Artvin Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Doğu Ladini ormanlarının farklı yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri için meşcere büyüme öğelerinin tahmin edilmesi mümkündür. Özellikle müdahale görmüş Doğu Ladini Meşcereleri için artım ve büyüme miktarları, bu çalışma kapsamında oluşturulan büyüme modelleri ile hesaplanabilir. Özellikle günümüzde müdahale görmemiş meşcerelerin yok denecek kadar az oluşu ve farklı sıklıktaki meşcereler arasındaki büyüme farklılıklarının belirgin olması nedeniyle, Sıklığa bağlı hasılat tablolarının düzenlenmesi öncelik arz etmektedir. Bu çalışmada doğu Ladini için sıklığa bağlı ancak yöresel bir hasılat tablosu düzenlenmiştir. Doğu ladininin yayılış gösterdiği diğer alanlardan alınacak örnek verileri birleştirilerek, Sıklığa bağlı genel bir hasılat tablosu düzenlenmelidir. Verilerin geçici örnek alanlardan sağlanması ve büyüme modellerinin tek ölçüye bağlı olarak elde edilmiş olması, bu çalışmada elde edilen sonuçların güvenilirlik düzeyini düşürecektir. Özellikle farklı yetiştirme ortamları ve farklı meşcere yapılarını temsil edecek şekilde devamlı deneme alanlarının oluşturulması ve periyodik olarak ölçülmesi, bu meşcerelerin artım ve büyüme değerlerinin gerçeğe uygun olarak bilinmesi açısından önemlidir. Devamlı deneme alanlarına dayanan büyüme modelleri, orman amenajman planlarının daha gerçekçi ve tutarlı olmasına büyük katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, Doktora Tezi, İstanbul Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No: 261, 145 s.

SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

- Akalp, T., 1983. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu, İ.Ü. Yayın No:3051, O.F. Yayın no: 327, İstanbul, 169 s.
- Anşın, R., 2001. Tohumlu Bitkiler, K.T.Ü, Basımevi, Trabzon, 255 s.
- Avery, T. E., and Burkhardt, H. E., 1983. Forest Measurement, McGraw-Hill Book Company, 331 p.
- Bennet, F.K., 1970. Variable Density Yield Tables for Managed Stands of Natural Slash Pine, Southern Forest Experiment Station Research Paper, No: 18, 7 p.
- Carron, L. T., 1967. A Variable Density Yield Table for A Plantation of Radiata Pine, Avustaria Forestry Journal, 37: 11-18.
- Husch, B., Miller, C. I., and Beers, T. W., 1982. Forest Mensuration, John Willey Sons Inc., 337 p.
- Johstone, W. D., 1976, Variable Density Yield Tables For Natural Stands Of Lodgepole Pine in Alberta, Department Of Fishers And Environment Canadian Forestry Service Forestry Technical Report, No: 12, 23 p.
- Kapucu, F., Yavuz H., Gül, A., Mısır, N., 2002, Kestane Meşçerelerinin Hasılatı ve Amenajman Esasları, Togtag/Tarp-2229, 117 s.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız, D.P.T., 123 s.
- Köse, S., Yavuz, H., Mısır, M. ve Mısır, N., 2001. KTÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ladin Meşçerelerinin Hasılat Esasları Sonuç Raporu, K.T.Ü. Araştırma Fonu Başkanlığı, Sonuç Raporu, 27 s.
- Küçük, M., 1989. Doğu Ladinin Doğal Yayılışı, Orman Bakanlığı, Doğu Ladini El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume II, Blv Verlagsgesellschaft München Bern Wien, München, 469 s.
- O'hara, K. L., and Oliver C.D., 1988. Three Dimensional Representation of Douglas Fir Volume Growth: Comparison of Growth and Yield Models with Stand Data, Forest Science, 34: 724-743.
- Philip, M. S., 1994. Measuring Trees And Forests, Second Edition, CAB International, Uk, 310 p.
- SPSS Institute Inc., 2003. SPSS Base 12.0 User's Guide, 703 p.
- Yavuz, H., 1992. Değişik Yaşlı Meşçerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi İle Analiz Edilmesi, Doktora Tezi, K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 223 s.
- Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılcım Meşçerelerinin Yaşa ve Gelişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi fen Bilimleri enstitüsü, İstanbul, 174 s.
- Van Lear, A., and Akça, A., 1997. Forest Mensuration, Cuvillier Veilag, Göttingen, 413 p.
- Wenger, K. F., Evans T. C., Lotti T., Cooper R. W. and Brender E. V., 1958. Relation of Growth Stand Density in Natural Loblolly Pine Stands, Southeastern Forest Experiment Station Research Paper, No:145, 25 p.