

Batı Karadeniz Bölgesi Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Meşcereleri İçin Bonitet Tablosunun Düzenlenmesi

*Muammer ŞENYURT¹, Ömer SARAÇOĞLU¹

¹Çankırı Karatekin Univ., Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

²İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul

*Sorumlu yazar: msenyurt@karatekin.edu.tr

Geliş Tarihi:19.03.2012

Özet

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesinde Ankara, Kastamonu ve Bolu Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içinde yayılış gösteren sarıçam meşcerelerinin yetiştirme ortamı verim gücünün tahmin edilmesinde kullanılmak üzere bonitet endeks modellinin ve tablosunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışma kapsamındaki meşcerelerden 100 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alan verilerine bağlı olarak hakim durumdaki ağaçların yaş-boy değerlerine modellemek için Prodan'ın (1964) denklemi kullanılmıştır. Geliştirilen model ile boydaki değişkenliğin %91.3'ü açıklanmıştır. Bonitet tablosunun düzenlenmesinde Saraçoğlu (1988) tarafından önerilen 10 yıllık kayan yaş sınıflarındaki boyların standart sapması ve varyasyon genişliğini esas alan yöntem kullanılmıştır. Bonitet endeks tablosu düzenlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bonitet tablosu, Sarıçam, Kayan yaş sınıfı

The Construction of Site Tables For Scots Pine (*Pinus sylvestris L.*) Stands in West Black Sea Region

Abstract

In this study, it is proposed to develop site index models and tables for estimating forest site quality for Scots Pine (*Pinus sylvestris L.*) in West Black Sea Region including Kastamonu, Bolu, Zonguldak and Ankara Regional Forest Directorates. For this purpose, 100 temporary sample plots were obtained from study area. Prodan's equation (1964) was used to model the relationship between height and diameter of dominant trees. This regression model explains 91.3 % of the variability in tree heights. To construct site tables, the method proposed by Saraçoğlu (1988) based on standard deviation and range of variance for class of slithering ages at ten years. Site index table organized.

Key Words: Site tables, Scotch pine, Slithering age class

Giriş

Yetiştirme ortamı verim gücü (bonitet); meşcerelerin büyüüp geliştiği ortamın verim gücü, hasılat ve üretim gücünü ortaya koyan bir terim olarak tanımlanmaktadır (Eraslan, 1982; Çatal, 2009).

Bir ağaç veya meşcerenin artım ve verimi, türlerin özellikleri yanında yetiştirme ortamı koşulları ve uygulanan silvikültürel işlemlere göre de değişimler göstermektedir. Bu faktörlerden her birisinin artım ve verim üzerindeki etkileri farklıdır. Yetiştirme ortamı doğa tarafından belirlenen ve iyileştirilmesi sınırlı olan bir faktör olması nedeniyle özel öneme sahiptir (Akalp, 1978). Araştırma konusu olan meşcerelerdeki hacim ve hacim elemanlarını yetiştirme ortamı verimliliği ile ilişkiye getirebilmek için, bonitet derecelerini veya endekslerini bilmek gerekmektedir (Fırat, 1972; Saraçoğlu, 1988). Artım ve büyüme modellerinin çoğu, maksimum veya

potansiyel büyüme miktarını belirlemede bonitet endeksini kullanmaktadır (Clutter et.al. 1983; Çatal, 2009). Yetiştirme ortamı verim gücü ise, ya yetiştirme ortamı özellikleri, ya da belli bir ortalama çap yahut yaştaki meşcere hacim veya hacim elemanlarının mutlak veya oransal değerleri yardımıyla saptanır (Assmann, 1970; Lloyd et. al., 1982; Saraçoğlu, 1988). Bailey ve Clutter (1974) bir standart yaş seçimi yerine standart yaşı temsil eden ağacın herhangi bir yaş değeri ve bu yaştaki boyu (örneğin toplam en son yaş ve bu yaştaki boyu) olmak üzere iki değişkenin bonitet endeks modellerinde yer alacağını ve böylece aynı bonitet endeks modeli ile farklı standart yaşlar için bonitet endeks tahminleri elde edilebileceğini ileri sürmektedir (Cieszewski, 1999; Cieszewski et.al., 2007; Ercanlı, 2010).

Meşcere hacim ve hacim elemanları, meşcere yaşı yanında, bonitete ve sıklığa

göre de değişmektedir. İlk kez Baur (1881), normal sıklıktaki eşit yaşlı saf meşcerelerde birim alandaki ağaç hacmi ile meşcere boyu arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu ilişkiye dayanarak, ormancılıkta meşcerenin verim gücünü tahmin etmek genel kabul görmüştür (Kalıpsız, 1998). Meşcerelerin verimlilikleri, yetiştirme ortamı özelliklerini etkileyen edafik, iklimik ve fizyografik faktörlerin farklı olması sebebiyle farklılıklar göstermektedir (Vanclay, 2001).

Orman alanlarında bonitetin belirlenmesinin öncelikli amaç, bugün ve gelecekteki potansiyel büyümeyi belirlemek, ikinci amacı ise teşhis ve çözüm önerileri sunarak orman alanlarının yönetimi için bir temel veri oluşturmaktır (Jones and Agrawala, 1985). Meşcere hacim ve hacim elemanları, yetiştirme ortamı özellikleri ile beraber değişmektedir. Bu yüzden yetiştirme ortamı ile meşcere verimliliği arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için meşcerelerin bonitetlerinin ortaya konulması gerekmektedir (Fırat, 1972). Aktüel durumda, meşcerede yer alan hacim, arazinin gerçek değerini yansıtmayabilir. Önemli olan sahanın potansiyel hacim artımıdır. Bunu da oranın yetiştirme gücünün ölçüsü olan bonitet verir (Davis, 1954). Bu nedenle, meşcerelerin verimliliklerini ölçmek gerekmektedir. Verimliliğin ölçülmesinde genellikle müdahalelerden en az etkilenen üst boy kullanılmaktadır. Belirli bir yaşta üst boy ifade eden bonitet endeksi meşcere verimliliği konusunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Zeide and Zakrzewski, 1993). Bonitetin ölçümünde kullanılan üst boy, hektarda göğüs çapı bakımından en kalın 100 ağacın aritmetik ortalama boyu olarak alınmaktadır (Hägglund, 1982; Clutter et.al. 1983). Üst boy; galip ağaçların

boylarının aritmetik ortalaması veya galip ağaçların göğüs yüzeyi orta ağacının boyu olarak da belirlenebilmektedir (Fırat, 1972; Eraslan, 1982).

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Ankara, Kastamonu, Sinop ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları içerisinde yayılış gösteren Sarıçam meşcerelerinin yetiştirme ortamı verim gücünün tahmin edilmesinde kullanılmak üzere Bonitet Endeks modelinin ve tablolarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Ankara, Kastamonu ve Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları içerisinde yer alan aynı yaşlı saf, doğal normal kapalı sarıçam meşcerelerinden 100 örnek alan alınmıştır (Şenyurt, 2011).

Örnek alanların alındığı meşcerelerin mümkün olduğunca müdahale görmemiş veya az müdahale görmüş olmasına dikkat edilmiştir. Gerek örnek alanların arazi uygulanmasının zor, gerekse müdahale görmemiş bir meşcere bulmanın güçlükleri sebebiyle bu çalışmada Saraçoğlu tarafından geliştirilen "10 Komşu Ağaç Yöntemi" uygulanmıştır. Bu yöntem, 6 ağaç yönteminden hareketle geliştirilmiştir. 6 Ağaç yönteminde 1 konu ağaç ve bu konu ağaca en yakın 6 komşu ağaç kullanılırken, bu yöntemde çap dağılımını gerçeğe yakın olarak kestirebilmek için, bir konu ağaç ve ona en yakın 10 komşu ağaç alınmıştır (Şenyurt, 2011). Alınan bu örnek alanlarda, 11 ağacın (bir konu 10 komşu ağaç) boyu ve çapı, 5-6 ağacın ise yaşı ölçülmüştür. Özellikle örnek alan içinde hakim durumdaki 3-4 ağacın boyları ile birlikte yaşlarının ölçülmesine dikkat edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Örnek alanların alındığı noktalar

Yöntem

Yaş ile meşcere üst boyu arasındaki ilişkiye dayanan ve standart yaştaki meşcere üst boyunu bonitet göstergesi olarak kullanan yöntemlerin, anamorfik ve polimorfik olmak üzere iki çeşidi vardır (Eraslan, 1982). Aynıyaşlı ormanlarda meşceredeki galip ağaçların boyunu esas alan anamorfik ve polimorfik yöntem olarak bilinen yöntemlerin kullanımı ağırlık kazanmıştır (Erkan, 1995). Ülkemizde meşe (Eraslan, 1954; Eraslan ve Evcimen, 1967), Karaçam (Kalıpsız, 1963), Sedir (Evcimen, 1963), sarıçam (Alemdağ, 1967; Erdemir, 1974), Kızılcım (Alemdağ, 1963) ve boylu ardıç (Eler, 1986) için anamorfik yöntemlere göre bonitet tabloları hazırlanmıştır. Bu yöntemde yaş ve üst boy arasındaki ilişkiye dayanarak elde edilen kılavuz eğri yardımıyla eğriler türetilmektedir.

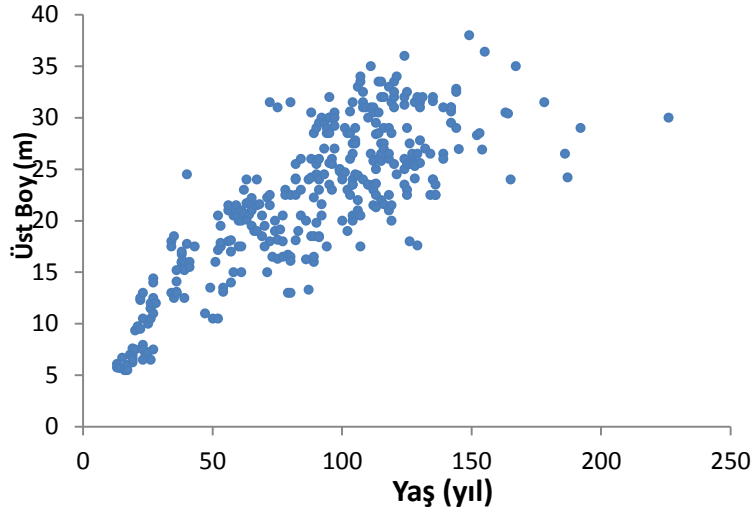
Meşcerede galip ağaçların gövde analizinden elde edilen boylanma eğrilerini kullanarak, bonitet eğrileri elde edilmesi şekline ise polimorfik yöntem denilmektedir. Bu yöntem dünyada ilk defa Spurr (1952) tarafından, ülkemizde ise ilk olarak Doğu Ladini meşcereleri için Akalp (1978) tarafından kullanılmıştır. Bu yöntemle Melez kavağı (Bitler, 1983) ve ağaçlanıma yoluyla kurulan Kızılcım (Usta, 1991) meşcereleri için bonitet tabloları düzenlenmiştir.

Bir diğer yöntemde ise Curtis vd. (1974) tarafından önerilmiştir. Gövde analizlerinin onar yıllık yaş basamaklarındaki boyları, standart yaştaki boylar ile ilişkiye getirilerek, her yaş basamağı için ayrı bir doğrusal denklem elde edilmektedir. Daha sonra Barret (1978), Dolph (1983), Cochran (1985) tarafından benimsenmiştir. Doğu kayını (Yeşil, 1992) tarafından uygulanmıştır.

Bu çalışmada, Lloyd ve arkadaşlarının (1977) istatistik çalışmalarından esinlenerek geliştirilen ve ülkemizde ilk olarak Saraçoğlu (1988)'nin "Karadeniz Yöresi Göknaar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme" isimli çalışmasında kullandığı en küçük kareler yöntemiyle dengeleyerek bir kılavuz eğri elde edilmesi yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntemi Saraçoğlu (1988)'ndan sonra Kızılcım meşcereleri için Erkan (1995), aynı yaşlı kayın meşcereleri için Carus (1998) ve değişik yaşlı kayın meşcereleri için Atıcı (1998), Batı Akdeniz Bölgesi kızılcım meşcereleri için Çatal (2009) tarafından kullanılmıştır.

Örnek alanlarda hakim durumdaki 3-4 ağacın yaş-boy değerleri grafik üzerine aktarılmıştır. Grafikteki noktaların dağılımı açık S eğrisine benzeyen bir trend göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Örnek alanlara ilişkin meşcere yaş-üst boy dağılımı

Noktaların gösterdiği eğilimi saptamak amacıyla, Prodan (1964) tarafından önerilen ve Akalp (1978), Asan (1984), Saraçoğlu (1988), Usta (1991), Erkan (1995), Carus (1998) ve Çatal (2009) tarafından uygulanan aşağıdaki model kullanılmıştır.

$$\hat{h} = \frac{t^2}{a_0 + a_1 t + a_2 t^2} \quad (1)$$

Yukarıda gösterilen denklemde; \hat{h} ; hakim durumdaki ağaçların boy değerlerini ve t ise yaşı göstermektedir. Saraçoğlu (1988)'nin "Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme" adlı doktora çalışmasında kullandığı yöntemde olduğu gibi, 10 yıllık kayan yaş sınıflarındaki boyların standart sapması ve varyasyon genişliği saptanmıştır. Daha sonra varyasyon genişlikleri ilgili standart sapmaya bölünerek d_2 oranları elde edilmiştir.

Yaş - üst boy noktalarından elde edilen regresyon denklemi yardımıyla kılavuz eğri elde edilmiştir. Her bir ağaç için gerçek boy ile denklemden elde edilen boy arasındaki fark ($h_i - \hat{h}_i$) hesaplanarak, bu farkın karesi alınmıştır. Her kayan yaş sınıfında fark kareleri toplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan ağaçların yaşı 13'den başladığı için 12 - 22 yaş sınıfından başlanmıştır. Ayrıca, her yaş sınıfındaki gerçek üst boy ile tahmini üst boy arasındaki farkların en küçük ve en büyük sapma değerleri tespit edilmiştir. Her yaş sınıfında kaç tane üst boy (n) olduğu

da belirlenmiştir. Yaş sınıflarındaki en büyük sapma ile en küçük sapma arasındaki fark alınarak, varyasyon genişliği (R) değeri hesaplanmıştır (Formül 2).

$$R_i = h_{i(max)} - h_{i(min)} \quad (2)$$

i = yaş sınıflarının orta değeri (yıl)

R_i = i . yaş sınıfının varyasyon genişliği
 $h_{i(max)}$ = i . Yaş sınıfının maksimum boy değerleri

$h_{i(min)}$ = i . Yaş sınıfının minimum boy değerleri

Her yaş sınıfındaki üst boyların standart sapması da;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_i} (h_{üst,i} - \hat{h}_i)^2}{n_i - 3}} \quad (3)$$

formülüyle bulunmuştur. Ayrıca her yaş sınıfı için d_2 oranları bulunmuştur.

$$d_{2_i} = \frac{R_i}{S_i} \quad (4)$$

Yaş sınıflarındaki ağaç sayısı 141-151 yaş sınıfından sonra çok azaldığı için bu yaş sınıfından sonraki d_2 değerleri hesaplara katılmamıştır. Bu yaş sınıfına kadar olan d_2 değerleri belli bir ortalama etrafında normal dağılım gösterdiği için bunların ortalaması bulunmuştur. Örnek alanlar geniş bir alana dağıldığı için örnek alanlar bonitetlendirilirken 0.0 bonitet derecesinin

altında ve 1.0 bonitet derecesinin üzerinde fazla sayıda örnek alan bulunduğu için \bar{d}_2 'nin %95'lik üst sınırı kullanılmıştır (Formül 5).

$$\bar{d}_{2üst} = \bar{d}_2 + t * s_{d_2} \quad (5)$$

Yaş (t) - standart sapma (s) noktalarının grafik üzerindeki dağılımı doğrusal olduğu için, en uygun model doğrusal model olarak kabul edilmiş ve elde edilmiştir.

Elde edilen standart sapma denklemi $\bar{d}_{2üst}$ istatistiğiyle çarpılarak varyasyon genişliğinin (\hat{R}) denklemi elde edilmiştir;

$$\hat{R} = \bar{d}_{2üst} * \hat{s} \quad (6)$$

Kılavuz eğri, varyasyon genişliği ve bonitet derecesi değişkeniyle genel bonitet eğrileri denklemi;

$$H_{üst} = \hat{h}_k + (BOD - 0,5) * \hat{R} \quad (7)$$

biçiminde düzenlenmiştir. Örnek alanlar veya buldukları meşcerelerin bonitet derecelerini bulmak için, Formül 8;

$$BOD = \frac{H - \hat{h}_k}{\hat{R}} + 0,5 \quad (8)$$

biçiminde yazılabilir. Bu denklemde meşcerelerin yaşı ve üst boy değerleri kullanılarak, o meşcerelere ait bonitet dereceleri (BOD) hesaplanmıştır.

Aynı yaşlı ormanlarda meşcereleri verim güçleri bakımından sınıflandırmada, standart bir yaştaki boy değeri esas alınmaktadır. Bu boya bonitet endeksi adı verilmekte ve metre cinsinden belirtilmektedir (Kalıpsız, 1984).

Bulgular

Bu çalışmada hakim durumdaki 3-4 ağacın yaş-boy değerlerine bağlı olarak noktaların gösterdiği değişimi saptamak ve modellemek amacıyla kullanılan Prodan'ın denklemine ilişkin (1964) katsayılar SPSS 15.0 adlı istatistik programı yardımıyla hesaplanarak aşağıda verilmiştir (SPSS 15.0 Inc., 2005).

$$\hat{h} = \frac{t^2}{25.22 + 1.123t + 0.02699t^2} \quad (9)$$

$$N=349 \quad R^2=0.913 \quad Se=72.5341 \\ F = 1809.565***$$

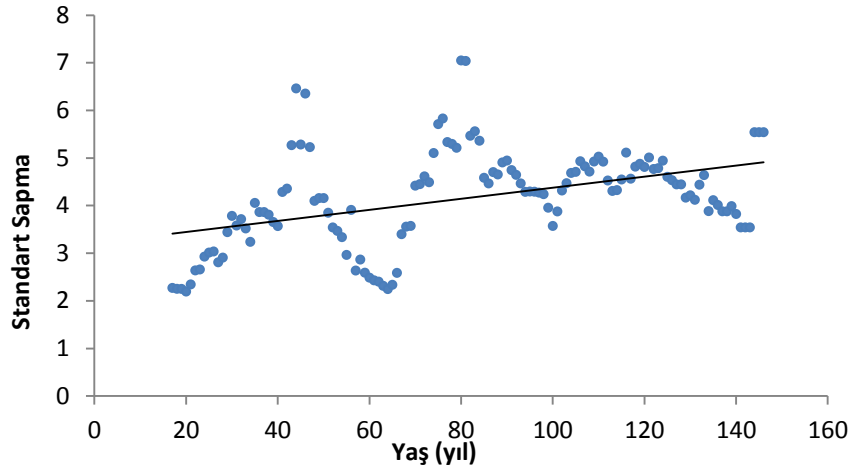
Yukardaki denklemde, \hat{h} ; hakim durumdaki ağaçların boy değerlerini (m), t; yaş değerlerini (yıl) ifade etmektedir. Geliştirilen bu model ve parametreleri $p < 0.001$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Elde edilen bu denklemin belirtme katsayısı 0.913 ve standart hatası ise 72.5341 olarak bulunmuştur.

Yaş sınıflarındaki ağaç sayısı 141-151 yaş sınıfından sonra çok azaldığı için bu yaş sınıfından sonraki d_2 değerleri hesaplara katılmamıştır. Bu yaş sınıfına kadar olan d_2 değerleri belli bir ortalama etrafında normal dağılım gösterdiği için bunların ortalaması $\bar{d}_2=3.136986$ bulunmuştur. Örnek alanlar geniş bir alana dağıldığı için örnek alanlar bonitetlendirilirken 0.0 bonitet derecesinin altında ve 1.0 bonitet derecesinin üzerinde fazla sayıda örnek alan bulunduğu için \bar{d}_2 'nin %95'lik üst sınırı kullanılmıştır (Formül 10).

$$\bar{d}_{2üst} = \bar{d}_2 + t * s_{d_2} \quad (10)$$

$\bar{d}_{2üst}$ değeri 4.44 olarak bulunmuştur ($\bar{d}_2=3.136986$, $t = t$ tablosundan serbestlik derecesi 129 için alınan t_{129} ; 0.5 değeri, s_{d_2} hesaplanmış olan ($n=130$ d_2 'nin standart sapması). Yaş (t) - standart sapma (s) noktalarının grafik üzerindeki dağılımı doğrusal olduğu için (Şekil 3), en uygun model olan doğru modeli olarak kabul edilmiş ve modelden elde edilen denklem ve istatistikler aşağıda gösterilmiştir. Standart sapma noktalarının çok dağınık olmasından dolayı belirtme katsayısı düşük çıkmasına karşın, modelin verilere uygunluğu 0.001 güven düzeyindedir.

$$\hat{s} = 0.0116 * t + 3.2138 \quad (11) \\ n=13 \quad R^2=0.187 \quad Se=0.916176m \quad F=29.378***$$



Şekil 3. Üst boyların standart sapmalarının yaşa göre değişimi

Elde edilen standart sapma denklemi $\bar{d}_{2üst}$ istatistiğiyle çarpılarak varyasyon genişliğinin (\hat{R}) denklemi elde edilmiştir (Formül 6).

Kılavuz eğri, varyasyon genişliği ve bonitet derecesi değişkeniyle genel bonitet eğrileri denklemi (Formül 7); veya

$$H_{üst} = \frac{t^2}{25.622 + 1.123 * t + 0.02699 * t^2} + (BOD - 0.5) * \bar{d}_2 * \hat{R} \quad (12)$$

$$H_{üst} = \frac{t^2}{25.622 + 1.123 * t + 0.02699 * t^2} + (BOD - 0.5) * 4.44 * (0.0116 * t + 3.2138) \quad (13)$$

biçiminde düzenlenmiştir. Örnek alanlar veya buldukları meşcerelerin bonitet derecelerini bulmak için, Formül 14 düzenlendiğinde;

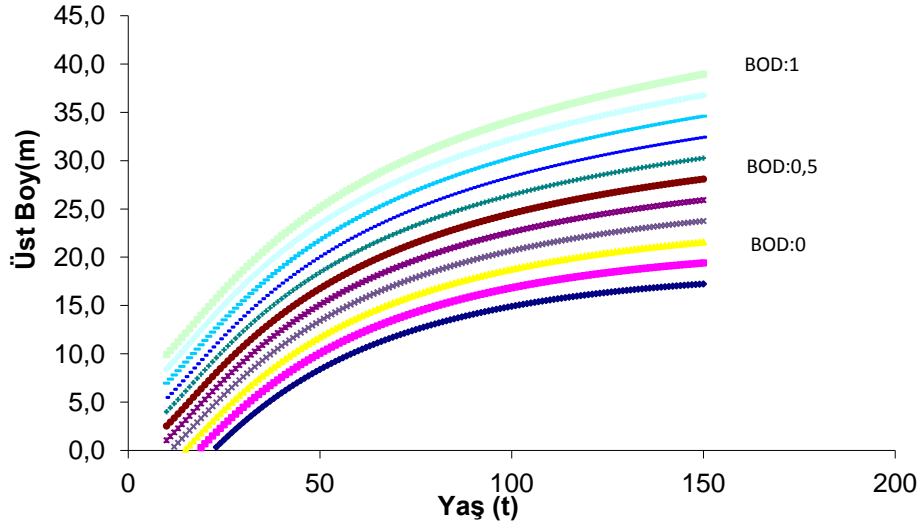
$$BOD = \frac{H - \hat{H}_k}{\hat{R}} + 0.5 \quad (14)$$

biçiminde yazılabilir. Bu denklemde meşcerelerin yaşı ve üst boy değerleri kullanılarak, o meşcerelere ait bonitet dereceleri (BOD) hesaplanmıştır.

Bu çalışmada da standart yaş 100 olarak alınmış ve bu değer Formül 17'de yerine konarak, bonitet endeksi (BOE) ile bonitet derecesi (BOD) arasındaki doğrusal ilişki Formül 15'deki gibi bulunmuştur.

$$BOE = 19.4197BOD + 14.8107 \quad (15)$$

Kılavuz eğrinin, varyasyon genişliğinin ortasından geçtiği varsayılarak, üst boy dağılımının alt ve üst sınır eğrileri arasında kalan normal bonitet alanı 10 eşit parçaya bölünerek derecelendirilmiştir. Formül 15'de BOD değişkeni yerine 0.0 – 0.1 – 0.2 - ... - 0.9 – 1.0 bonitet dereceleri yazılmış ve elde edilen denklemlerin bonitet eğrileri Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Bonitet derecelerine göre Yaş-Üst boy eğrileri

Örnek alanlar 0.2 birimlik dilimlere ayrılarak, bonitet sınıfları belirlenmiştir. Normal bonitet alanı 0.2 bonitet derecelik

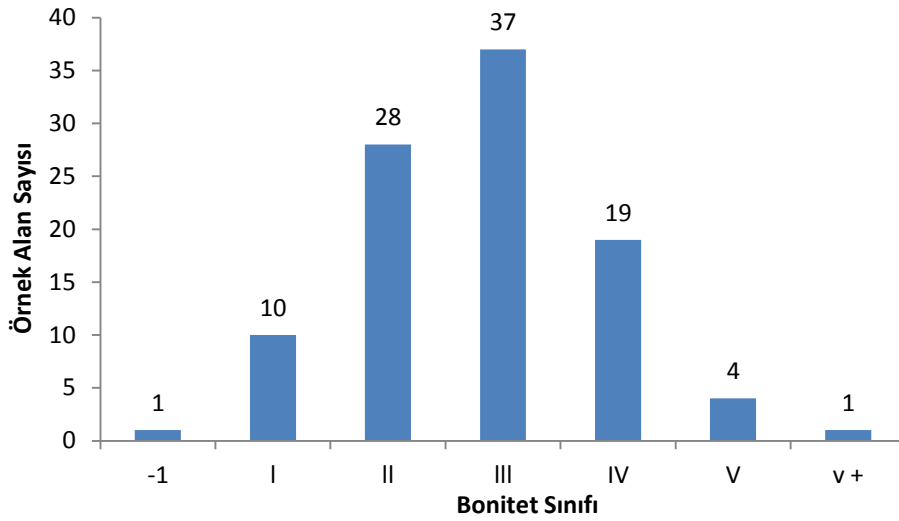
aralıklara bölünerek, tablo 1’de gösterildiği gibi bonitet sınıfları oluşturulmuştur.

Tablo 1. Bonitet değerlerine göre bonitet sınıfları

$BOD_{alt} < BOD \leq BOD_{üst}$	Bonitet Sınıfı
0.0 – 0.2	V
0.2 – 0.4	IV
0.4 – 0.6	III
0.6 – 0.8	II
0.8 – 1.0	I

Bu sınıflandırmaya rağmen BOD’u 0.0’ın altında ve 1.0’in üstünde birer deneme alanı kalmıştır. Bunlar da I- ve V+ şeklinde gösterilmişlerdir. Örnek alanlar bonitetlendirildikten sonra, bonitet derecelerine göre bonitet sınıflarına dökümleri yapılarak bir frekans tablosu oluşturulmuş ve grafik halinde gösterilmiştir. Şekil 5’deki frekans dağılımı örnek alanların normal dağılıma uygun biçimde alındığını

göstermektedir. Gerçekten, doğada çok kötü ve çok iyi bonitetlerin daha az yer kapladığı ve orta bonitet sınıflarının ise daha geniş alana yayıldığı söylenebilir.



Şekil 5. Örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımı

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Ankara, Kastamonu ve Bolu Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içinde yayılış gösteren sarıçam meşcerelerinden alınan 100 adet örnek alan verisine bağlı olarak hakim durumdaki ağaçların yaş-boy gelişmelerinin ortaya konulması ve bonitet endeks tablosunun düzenlenmesi amaçlanmıştır. Lloyd ve ark.(1977) tarafından yapılan istatistik çalışmalarından esinlenerek geliştirdiği ve ülkemizde ilk olarak Saraçoğlu (1988) tarafından "Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme" isimli çalışmada kullanılan en küçük kareler yöntemiyle dengeleyerek bir kılavuz eğri elde edilmesi yöntemi kullanılmıştır. Hakim durumdaki ağaçların yaş-boy değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde, Prodan (1964) tarafından önerilen regresyon modeli üretilmiştir. Geliştirilen bu modelin belirtme katsayısı 0.913 olup, boydaki değişkenliğin %91.3'ü yaş değişkeni tarafından açıklanabilmektedir.

Çalışma kapsamında meşcerelerin bonitet derecelerini saptamada kullanabilecek bir bonitet tablosu da düzenlenmiştir (Tablo 2).

Bu tablonun düzenlenmesinde, bonitet derecesi ve yaşa göre üst boyları veren formül 14 kullanılmıştır. İlgili formülde 10 yaşından 150 yaşına kadar her yaş ve bonitet sınıflarının kılavuz ve sınır eğrilerini temsil eden bonitet derecesi değerleri kullanılarak üst boylar elde edilmiştir. Tabloda 100 yaşına karşı gelen üst boy değerleri bonitet endeksi olmaktadır ve bu satır daha koyu ve iri büyük ile gösterilmiştir.

Bonitet tablosunda, 0.0 – 0.1 – 0.2 ve 0.3 bonitet derecelerine karşı gelen eğriler küçük yaşlarda negatif değerler verdiği için, bu yaşların karşısında üst boyları gösterilmemiştir. Söz konusu düşük bonitet derecelerinde küçük yaşlardaki üst boy değerlerinin negatif olmasının nedeni, ağaç boyunun henüz 1.3 m'yi aşmamasından ileri gelmektedir.

Bonitet endeks tablosunun düzenlenmesinde geçici örnek alan verileri kullanılmış olup, özellikle devamlı veya yarı devamlı örnek alanların kullanılması daha tutarlı ve doğru tahminlerin yapılmasına imkan sağlayacaktır.

Tablo 2. Batı Karadeniz Yöresi sarıçam meşcereleri için bonitet tablosu

Yaş	BOD=0 V.Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.1 V.Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.2 IV:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.3 IV:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.4 III:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.5 II:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.6 II:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.7 II:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.8 I:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=0.9 I:Bonitet (Üsy Boy-m)	BOD=1 I:Bonitet (Üsy Boy-m)
10	-	-	-	-	-	2.5	4.0	5.5	7.0	8.4	9.9
20	-	-	2.2	3.7	5.3	6.8	8.3	9.8	11.4	12.9	14.4
30	2.9	4.5	6.0	7.6	9.2	10.8	12.3	13.9	15.5	17.1	18.6
40	5.9	7.6	9.2	10.8	12.4	14.1	15.7	17.3	18.9	20.6	22.2
50	8.4	10.1	11.7	13.4	15.1	16.8	18.4	20.1	21.8	23.4	25.1
60	10.3	12.0	13.8	15.5	17.2	18.9	20.7	22.4	24.1	25.8	27.6
70	11.9	13.6	15.4	17.2	18.9	20.7	22.5	24.3	26.0	27.8	29.6
80	13.1	14.9	16.7	18.6	20.4	22.2	24.0	25.9	27.7	29.5	31.3
90	14.1	16.0	17.8	19.7	21.6	23.5	25.3	27.2	29.1	30.9	32.8
100	14.9	16.8	18.8	20.7	22.6	24.5	26.4	28.4	30.3	32.2	34.1
110	15.6	17.5	19.5	21.5	23.5	25.4	27.4	29.4	31.4	33.3	35.3
120	16.1	18.1	20.2	22.2	24.2	26.2	28.2	30.3	32.3	34.3	36.3
130	16.6	18.6	20.7	22.8	24.9	26.9	29.0	31.1	33.1	35.2	37.3
140	16.9	19.1	21.2	23.3	25.4	27.5	29.7	31.8	33.9	36.0	38.1
150	17.2	19.4	21.6	23.7	25.9	28.1	30.2	32.4	34.6	36.8	38.9

Kaynaklar

Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Carr) ormanlarında hasılat araştırmaları. İ.Ü.Orman Fakültesi, Yayın No:2483/261.İstanbul.

Alemdağ, Ş., 1963. Türkiye'deki Kızılcım ormanlarının gelişimi hasılatı ve amenajman esasları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No 11, Ankara.

Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam ormanlarının kuruluşu, verim gücü ve bu ormanların işletilmesinde takip edilecek hususlar. Ormanlık Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No:20, ANKARA.

Asan, Ü., 1984. Kazdağı Gökarnı (*Abie equi-trojani* Aschers, et Sinten.) ormanlarının hasılat ve amenajman esasları üzerine araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, Yayın No 3205/365, 207s., İstanbul.

Asan, Ü., 1987. Batı ve Orta Karadeniz Yöresindeki Doğu Kayını ormanlarında bonitet araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A(1), 106-130.

Assmann, E., 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press LTD., Hungary, 158-205

Atıcı, E. 1998. Değişik yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bailey, R.L., AND J.L. Clutter. 1974. Base-age invariant polymorphic site curves. For. Sci. 20:155-159.

Barre, J.W., 1978. Height growth and site index curves for managed, even-aged stands of Poderosa Pine in the Pasific, Northwest Research Paper-PNW 232, 14p.

Birler, A.S. 1983, I-214 Melez Kavağı plantasyonlarında hasılat araştırmaları, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.

Carus, S., 1998. Aynı yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cieszewski, C.J., 1999. The algebraic difference approach improves fixed base-age site models based on chapman-Richard Function. PMRC Technical Report 1999-9

- Cieszewski, C.J., Strub, M. ve Zasada, M.J.. 2007. New dynamic site equation that fits best the schwappach for Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in central Europe. *Forest Ecology And Management*,23,83-93.
- Clutter,, J.L., Fortson, J.C., Pienaar, L.V., Birester, G.H., Bailey, R.L., 1983. Timber management, a quantitative approach. John Willey and Sons Inc., Newyork, 63-81.
- Cochran, P.H., 1985. Site index, height growth, normal yields and stocking levels for larch in Oregon and Washington. PNW-424, 24 p.
- Curtis, R.O., DeMars, D.J., Herman, F.R., 1974. Which dependent variable in site index height age regressions?. *Forest Science* 20, 74–87
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcım (Pinus brutia Ten.) meşcerelerinde artım ve büyüme. Doktora Tezi, S.D.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Davis, K.P., 1954. American forest management, McGraw-Hill Book Company, 482p. New York.
- Dolph, K.L., 1983. Site index curves for young growth incense cedar of the westside Sierra Nevada. Pacific Southwest Forest And Range Experiment Station, Forest Service, Research Note PSW-363, 8p. Berkeley.
- Eler, Ü., 1986. Türkiye’de Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ormanlarında hasılat araştırmaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No 192, Ankara.
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve bilhassa Demirköy mntıkası meşe ormanlarının amenajman esasları hakkında araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 132, 250s. İstanbul.
- Eraslan, İ., Evcimen, B.S., 1967. Trakya’daki Meşe ormanlarının hacim ve hasılatı hakkında tamamlayıcı araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi A(1), 31-56.
- Eraslan, İ., 1982. Orman amenajmanı ders kitabı., İ.Ü.Fakülte Yayın No: 3010/318, İstanbul, 582.
- 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.
- Erdemir, Ö., 1974. Sarıkamış, Göle ve Oltu mntıkaları saf Sarıçam meşcerelerinde hasılat araştırmaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No:59, Ankara.
- Erkan,N., 1995. Kızılcımda meşcere gelişiminin simülasyonu. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir ormanlarının ekonomik önemi. Hasılatı ve Amenajman Esasları, O.G.M. Yayınları, No:355, Seri No:16, Ankara.
- Fırat, F.,1972. Orman hasılat bilgisi ders kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:166, İstanbul.
- Haglund, B., 1982. Evulation of forest site productivity. *Forest Abstract*, 42, 515- 527.
- Jones, J.R., Agrawala, N.K., 1985. Review and comparison of site evaluation methods. Training Course on Application of Electronic Data Processing in Forest Inventory, 5 March-12 April, p.395-418. Dehra Dun.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye’de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) meşcerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 349/8, 57s. İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1998. Orman hasılat bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:4060/448, İstanbul.
- Llod, F. T., Hafley, W.L., 1977. Precision and the probability of misclassification in site index estimation. *Forest Science*, 23(4), 493-499.
- Lloyd,F.T., Muse, H.D., Hafley, W.L., 1982. A regression application for comparing growth potential of environments at different points in the growth cycle, *Biometrics* 38, 479-484.
- Prodan, M., 1964. Ormancılar için biyometri başlangıç dersleri. İ.Ü. Kutulmuş Matbaası, 143 s. İstanbul.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde artım ve büyüme. Doktora Tezi İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, İstanbul.
- Şenyurt, M., 2011. Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcerelerinde artım ve büyüme. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Spurr, S.H., 1952. Forest inventory. The Ronald Press Company, 476p. New York.
- Usta, H.Z., 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No 219, Ankara.
- Vanclay, J.K., 2001. Modelling forest growth and yield, applications to mixed tropical forests. CAB International, Department of Economics and Natural Resource, Royal Veterinary and Agricultural University, 312 p., Copenhagen.
- Yeşil, A., 1992. Değişik sıklık ve bonitetteki Kızılcım meşcerelerinin yaşa göre gelişimi. Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zeide, B., Zakrzewski, W.T., 1993. Selection of site trees, the combined method and its application, *Canadian Journal of Forest Research* 23,1019-1025