

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Hacim Artımının Meşcere Yaşı, Bonitet Endeksi ve Sıklık Derecesine Göre Değişimi

● İlker ERCANLI

Fatih SİVRİKAYA

Sedat KELEŞ

Alkan GÜNLÜ

K.T.Ü., Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, TRABZON

ÖZET

Bu çalışmada, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Göle Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer alan doğal yolla oluşmuş ve saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin hacim artımının; meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecelerine göre değişimini modelleyen regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu amaçla, yaşları 40-180, bonitet sınıfları I-II-III ve sıklık dereceleri 0.2-1.2 arasında değişen 304 adet deneme alanı alınmıştır. Geliştirilen regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hata ($S_{y.x}$ değerleri, 0.855 ve 0.189 m³/ha'dır. Meşcere hacim artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimini modelleyen regresyon denkleminde elde sonuçlara göre, meşcere hacim artımı; meşcere yaşı ile azalmakta, bununla birlikte bonitet endeksi ve sıklık derecesi ile artmaktadır. Bu çalışma ile geliştirilen regresyon denklemi kullanılarak, Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şeflikleri sınırları içerisinde yer alan sarıçam meşcerelerinin, çeşitli yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri için meşcere hacim artımının tahmin edilmesi mümkündür. Bu modelden elde tahminler, orman amenajmanı ve silvikültür amaçlı uygulamalarda ve çok çeşitli amaçları gerçekleştirmek için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Meşcere hacim artımı, Regresyon denklemi, Sarıçam

The Change of Stand Volume Increment In Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands to Stand Age, Site Index, and Stand Density Index

ABSTRACT

In this study, the regression equation modelling Stand volume increment by stand age, site index stand density index was developed for stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) located in Yalnızçam and Uğurlu Forest Enterprise. The data were obtained from 304 sample plots with its stand age ranging 40-180, site quality I-III, and stand density index 0.2-1.2. The coefficient of determination (R^2) and standart error of this regression model are 0.855 and 0.189 m³/ha. When analyzed this model results, it is concluded that these increment values are increasing with site index and stand density index, decreasing with stand age. With using this model, it is possible that Stand volume increment for stands of scots pine located in Yalnızçam and Uğurlu Forest Enterprise are predicted. The increment prediction obtained by this model can be utilized for forest management and silvicultural implementation and other purposes.

Keywords: Stand volume increment, Scots pine, Regression equation

1. GİRİŞ

Orman işletmelerinin planlanması ve yönetiminde, meşcerelerde ve bunları içine alan orman alanında meydana gelen yıllık ve periyodik meşcere hacim artımının bilinmesine gerek duyulmaktadır (Fırat, 1982; Kalıpsız, 1999). Orman işletmelerinin ekonomik durumunun belirlenmesi, amenajman planlarının düzenlenmesi, silvikültürel müdahale seçeneklerinin oluşturulması ve orman işletmelerinde üretimin planlanması açısından ormanların yıllık artımının büyük bir önem taşımaktadır (Fırat, 1982). Özellikle meşcerelerin bugünkü ve gelecekteki artım değerlerini dikkate almadan, orman işletmelerinin rasyonel bir şekilde planlanması ve yürütülmesinden söz edilemez (Kapucu, 2004). Ayrıca silvikültür müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini belirlemek, ekonomik amaca uygunluğunu denetlemek bakımından da meşcerelerin artım ilişkilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır (Gülen, 1981).

Ormancılıkta, artım ve büyüme olayları ağaç ve meşcere üzerinde, özellikle belirli bir zaman aralığında gerçekleşir. Bu nedenle zaman (yada yaş), artım olayının temel bileşeni olmaktadır (Kalıpsız, 1999). Zaman yanında, ağaç türü, meşcere

orijini, yapısı, yetiştirme ortamı, geçmişte yapılmış ve günümüzde de yapılmakta olan kültürel ve silvikültürel müdahaleler artımı etkileyen diğer temel faktörlerdir (Günel, 1981; Kalıpsız, 1999). Sözü edilen bu temel faktörler ve aralarında oluşan çeşitli etkileşimlere göre tek ağaçların ve bu ağaçları içine alan meşcerelerin artım değerlerinin değişimini ortaya koymak, ormancılığın teknik ve ekonomik işleri bakımından gereklidir. Bilindiği gibi, artım ve büyüme olayı çok sayıdaki değişkenin etkisiyle oluşmakta ve zamana bağlı olarak da, bu etkiler değişmektedir (Kalıpsız, 1999). Diğer taraftan, istatistiksel yöntemlerle artım ve büyüme üzerindeki önemli etkenlerin etki yönleri ve dereceleri ölçülebilmektedir (Carus, 1995). Ülkemizde, aynı yaşlı doğu kayını meşcerelerinde hacim artımının meşcere yaşı, bonitet, göğüs yüzeyi ve sosyal gövde sınıflarına göre değişimini ortaya koyan regresyon modeli geliştirilmiştir (Carus, 1997). Sarıçam'da ise benzer bir çalışma mevcut olmayıp, meşcere hacim artımının tahmini; normal sıklıktaki eşit yaşlı sarıçam meşcerelerinden alınan geçici deneme alanlarıyla düzenlenen normal hasılat tablosu ile gerçekleştirilmektedir (Alemdağ, 1967). Bu hasılat tablosu ile meşcere hacim artımı hesabında, ayrılan meşcere hacim değerleri kullanılmaktadır. Ayrılan meşcere hacimleri ise; geçici deneme alanlarında, ölçüm sırasında mevcut olan kuru ve alt tabakadaki mağlup ağaçların orta ağaç hacimlerinin, asli meşcere orta ağaç hacmine oranlanması ile bulunan K faktörü ile tahmin edilmektedir. Ancak bu şekildeki ayrılan meşcere tahmininde, geçmiş dönemlerde meşcereden ayrılan ağaçların hacimlerinin ölçülememesi nedeniyle, güvenilirlik düzeyi düşük olmaktadır. Böylece bu hasılat tablosundan elde edilecek meşcere hacim artımları, ayrılan meşcere hacimlerinin gerçeğe yakın olarak bilinmemesi nedeniyle belirli bir oranda artı ya da eksi yönde hataya sahiptir. Bu nedenle, ayrılan meşcere hacmini gerek duymayan bir yöntem ile meşcere hacim artımının hesaplanması, ayrılan meşcerenin tahmininden kaynaklanan hatanın en aza indirilmesini sağlayacaktır. Bu açıdan, özellikle çeşitli meşcere özellikleri ile meşcere hacim artımı arasındaki istatistiksel ilişkiyi veren regresyon denklemleri ile çeşitli koşullar altındaki meşcere hacim artımı tahmini önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Göle Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer alan saf ve doğal yolla oluşmuş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin hacim artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklık derecesine göre değişimi incelenmiş ve regresyon modeli geliştirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Göle Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer alan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinden, farklı yaş, bonitet endeksi ve sıklık derecelerinde mümkün olduğu kadar dengeli bir biçimde alınan 304 adet deneme alanı kullanılmıştır. Bu deneme alanları, meşcere kapalılığa göre; 400, 600 ve 800 m² büyüklüğünde, daire biçimindedir. Deneme alanlarında tüm ağaçların göğüs yüksekliği çapları ($d_{1,3}$), her çap basamağında olabildiğince eşit sayıda toplam 8-10 ağacın boyu, göğüs yüksekliği yaşı, son 10 yıllık halka kalınlıkları ve kabuk kalınlığı ölçülmüştür.

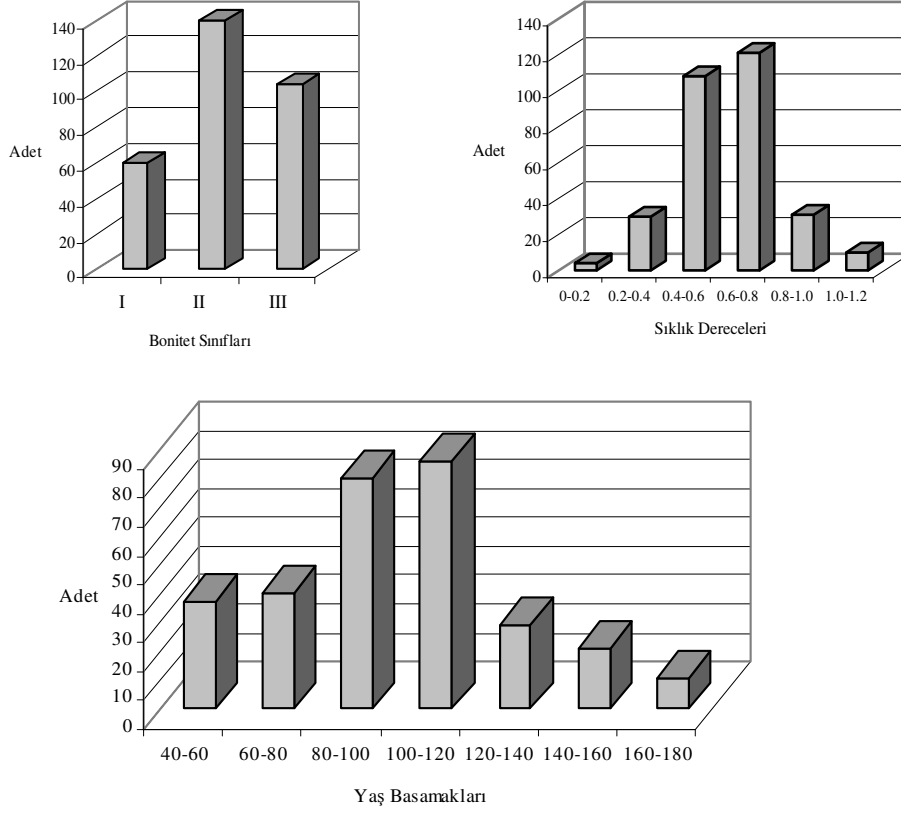
Ağaçların göğüs yüksekliğine ulaştıkları yıl sayıları, arazide çok sayıdaki fidan ölçümlerinin ortalamalarına bağlı olarak belirlenmiş ve bu değerler göğüs yüksekliği yaşına eklenerek ağaç yaşları hesaplanmıştır. Her bir deneme alanında yaş ölçümü yapılan ağaçların, yaşlarının aritmetik ortalaması alınarak meşcere yaşı hesaplanmıştır. Meşcere üst boyu, hektarda 100 ağaç hesabı ile deneme alanına düşen sayıda en boylu ağaçların ortalama boyu olarak hesaplanmıştır (Vanlear and Akca, 1997). Meşcere bonitet endeksleri; meşcere yaşı ve meşcere üst boyunun fonksiyonu olarak, Alemdağ (1967) tarafından düzenlenen bonitet endeks tablosu yardımıyla hesaplanmıştır.

Meşcere sıklık dereceleri, Alemdağ (1967) tarafından normal sıklıktaki Sarıçam meşcereleri için “ $\log N = 5.410156 - 1.638256 \cdot \log d$ ” biçiminde oluşturulan, meşcere orta çapı (d)-hektardaki ağaç sayısı (N) ilişkisi yardımıyla hesaplanmıştır. Bu denklemde meşcere orta çapları yerine konularak, normal sıklıktaki ve 1 ha alan için tahmini ağaç sayıları hesaplanmıştır. Daha sonra deneme alanlarının 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 deneme alanlarına ait sıklık dereceleri hesaplanmıştır (Kapucu ve ark., 2002).

Tablo 1'de deneme alanların alındığı meşcerelere ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu deneme alanların alındığı meşcerelerin yaş, bonitet sınıfları ve sıklık derecelerine göre dağılımları Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme alanlarına ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler

Değişkenler	Min.	Max.	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	48	175	100.9	32.7
Ağaç sayısı (N.ha ⁻¹)	38	1000	349	177.8
Göğüs yüzeyi (m ² .ha ⁻¹)	3.0	61.6	29.8	9.4
Hacim (m ³ .ha ⁻¹)	32.7	590.7	279.7	100.5
Hacim Artımı (m ³ /ha)	0.2	8.2	2.7	0.9
Bonitet Endeksi (m)	13.1	42.8	23.1	4.8
Sıklık Derecesi	0.1	1.2	0.6	0.2



Şekil 1. Deneme alanlarının yaş, bonitet sınıfları ve sıklık derecelerine göre dağılımları

Meşcere hacim artımı, Meyer'in Enterpolasyon yöntemi ile hesaplanmıştır (Kalıpsız, 1968). Bu yöntemle bir meşcerenin hacim artımının hesaplanabilmesi için ağaçların çap basamaklarına göre dağılımı, ağaç hacim denklemi ve tablosu, çap-çap artımı ilişkisinin denklemi ile kabuk faktörünün bilinmesi gerekir (Kalıpsız, 1999). Çalışmamızda, meyer'in enterpolasyon yöntemi ile meşcere hacim artımının hesaplanabilmesi özellikle çap basamağı genişliği 4 cm alınmış ve her bir deneme alanı için birer çap dağılımı oluşturulmuştur. Deneme alanlarının alındığı meşcereler için geçerli olan çift girişli ağaç hacim denkleminde yararlanarak (Alemdağ, 1967), her bir çap basamağı orta değeri için tek ağaç hacimleri hesaplanmıştır. Üçüncü aşamada hacim farkları, dördüncü aşamada farkların

ortalaması, beşinci aşamada ise artış faktörü ($\frac{\Delta v}{\Delta d}$) hesaplanmıştır. Altıncı aşamada

kabuklu göğüs çapı ile kabuksuz çap artımı ilişkisi belirlenmiştir. Her bir deneme alanı için istatistiksel olarak yeterli sayıda veri olmaması nedeniyle, tüm deneme alanlarından elde edilen veriler birleştirilmiş ve birinci (0-19) ve ikinci (20-39) yaş sınıflarında veri olmaması nedeniyle, bu yaş sınıfları hariç, 40-59, 60-79, 80-99, 100-119, 120-139 ve 140-159 olmak üzere 20'şer yıllık altı yaş sınıfı oluşturularak, bu yaş sınıfları için ayrı birer çap-çap artımı denklemi elde edilmiştir. Ortalama meşcere yaşının hangi yaş sınıfına girdiğine bağlı olarak, bir meşcere için kullanılacak çap-çap artımı denklemi belirlendikten sonra çap basamağı orta değerlerine karşılık gelen yıllık ortalama kabuksuz çap artımları (I_d'), ilgili regresyon denkleminde hesaplanmıştır. Yedinci aşamada her bir deneme alanı için ayrı ayrı olmak üzere kabuk faktörü (k) değerleri, kabuklu çaplar toplamının kabuksuz çaplar toplamına bölünerek hesaplanmıştır. Sekizinci aşamada yıllık ortalama kabuksuz çap artımı değerleri (I_d'), kabuk faktörü (k) ile çarpılarak yıllık ortalama kabuklu çap artımları (\dot{I}_d), dokuzuncu aşamada, artış faktörü değerleri ($\frac{\Delta v}{\Delta d}$), \dot{I}_d değerleri ile çarpılarak her bir çap basamağı için bir ağaca

ilişkin hacim artımları ($\dot{I}_v = \frac{\Delta v}{\Delta d} \cdot \dot{I}_d$) hesaplandıktan sonra, onuncu ve son

aşamada ise çap basamağındaki ağaç sayıları ile ilgili \dot{I}_v değerleri çarpılıp, toplanarak deneme alanındaki toplam hacim artımı değerleri hesaplanıp, hektar değerlerine çevrilmiştir (Kalıpsız, 1999).

Eşit yaşlı meşcerelerde hacim artımı; çok sayıdaki faktörün etkisiyle oluşmasına karşın (Kalıpsız, 1999), meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklığı temel faktörler olarak kabul edilebilir. Bu açıdan, meşcere hacim artımını; meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklık derecesinin fonksiyonu olarak tahmin eden regresyon denklemleri geliştirilebilir. Bu regresyon denklemlerinde; bonitet endeksi ve sıklığının sabit kalması koşuluyla yaşa bağlı olarak meşcere hacim artımının belirli bir yaşa kadar yükselip, maksimuma ulaştıktan sonra düşmeye başlaması, yaş ve sıklığın sabit tutulması durumunda, bonitet endeksine bağlı olarak meşcere hacim artımının artması, yaş ve bonitet endeksinin sabit kalması durumunda ise sıklık artıkça hacim artımının artması; temel büyüme yasaları ile uyumlu değişimlerdir (Kalıpsız, 1999).

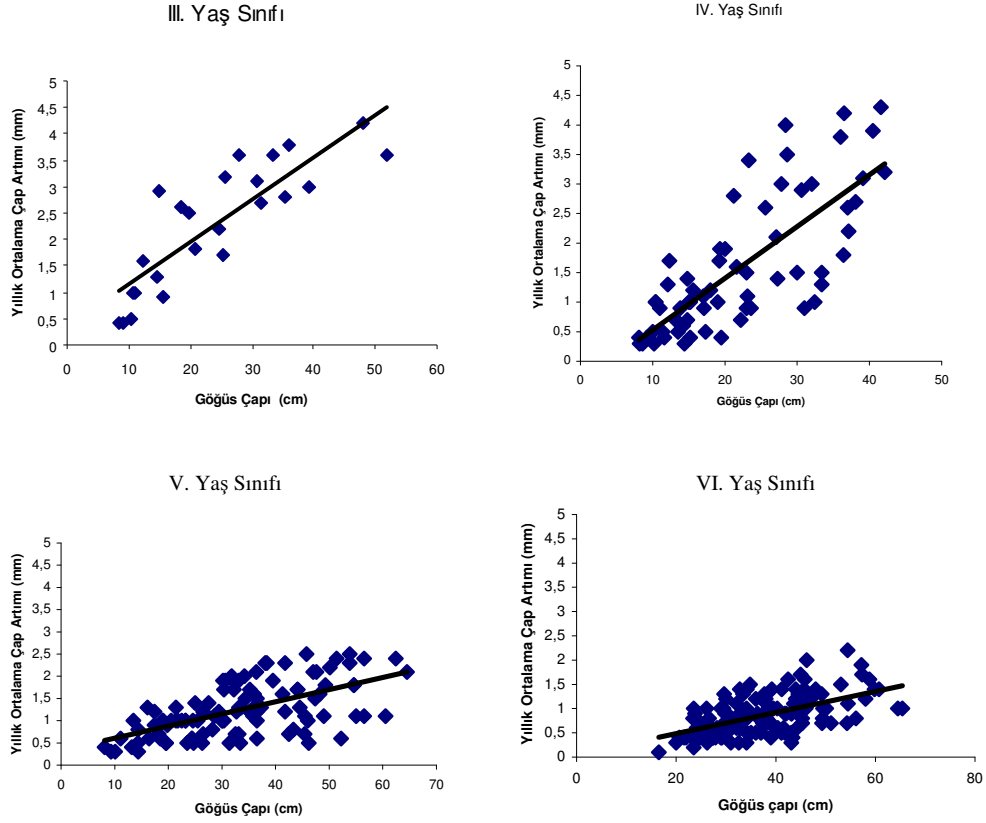
Meşcere hacim artımı ile meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (Be) ve meşcere sıklığı (Sd) arasındaki istatistiksel ilişkinin belirlenmesinde, SPSS 12.0 paket programından yararlanılmıştır (SPSS Institute Inc., 2003). Bağımsız değişken olarak secilen t , Be , ve Sd değerlerine ek olarak t^2 , Be^2 , Sd^2 , $\frac{1}{t}$, $\frac{1}{Be}$, $\frac{1}{Sd}$, $t \cdot Be$, $t \cdot Sd$, $Be \cdot Sd$, $t \cdot Be \cdot Sd$ gibi çok sayıda değişken türetilmiş ve bağımlı değişkenin dönüşümsüz (\dot{V}) ile logaritmik dönüşümlü ($\ln \dot{V}$) değerleri ile ayrı ayrı ilişkiye getirilmiş ve SPSS programındaki Regresyon-Linear-Stepwise seçenekleri kullanılarak aşamalı regresyon tekniği ile tüm katsayıları $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı olan regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon denklemi grafiklerle sunulmuş ve beklenen temel büyüme yasalarını yansıtmayı yansıtmadığı yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, birinci (1-19) ve ikinci (20-39) yaş sınıflarında deneme alanı bulunmamaktadır. Bu nedenle; bu yaş sınıfları dışındaki altı yaş sınıfı için ayrı ayrı olmak üzere oluşturulan regresyon denklemlerine ilişkin parametre tahmin değerleri, belirtme katsayısı, standart hata, F istatistiği ve önem düzeyi değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Regresyon denklemlerine ilişkin grafiklerin verildiği Şekil 2 ve 3'den de görüleceği üzere, her bir yaş sınıfı için çap-çap artımı doğrusal bir ilişki göstermektedir.

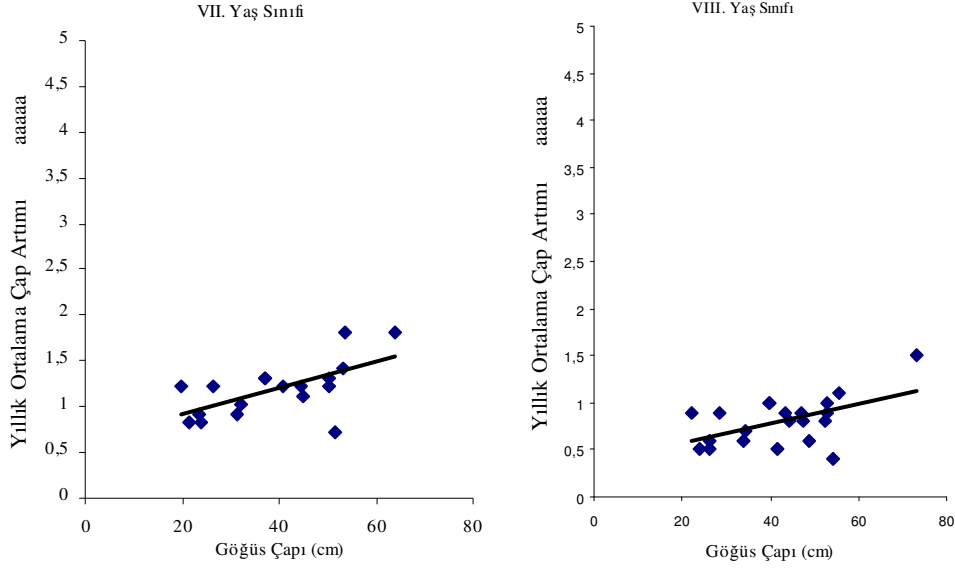
Tablo 2. Yaş sınıflarına göre çap-çap artımı denklemlerine ilişkin istatistiksel değerler

Yaş sınıfı	b_0	b_1	R^2	$S_{v,x}$	F_{hesap}
III.	0.3502	0.0877	0.72	0.73	93.28
IV.	0.3369	0.0272	0.65	0.63	59.66
V.	0.1485	0.0264	0.51	0.44	106.89
VI.	0.0483	0.0218	0.43	0.33	62.41
VII.	0.1516	0.0206	0.26	0.31	42.22
VIII.	0.3533	0.0107	0.22	0.29	23.58



Şekil 2. III., IV., V. ve VI. yaş sınıflarına göre çap-çap artımı ilişkisi

Tablo 2’de verilen her bir regresyon denklemine ilişkin katsayılar $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olup, III., IV., V., VI., VII. ve VIII. yaş sınıfları için belirtme katsayıları sırasıyla; 0.72, 0.65, 0.51, 0.43, 0.26 ve 0.22’dir. Bu denklemlerin standart hataları ise sırasıyla; 0.73 mm, 0.63 mm, 0.44 mm, 0.33 mm, 0.31 mm, 0.29 mm’dir. Yaş sınıfları itibari ile geliştirilen doğrusal regresyon denklemlerinin belirtme katsayıları incelendiğinde, genç yaşlarda çap-çap artımı ilişkisinin, orta yaşlı ve yaşlı meşcerelere oranla daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2). Ayrıca genç meşcerelerden, orta yaşlı ve yaşlı meşcerelere doğru, çap-çap artımı doğrusunun eğimi azalmaktadır (Şekil 2-3).



Şekil 3. VII. ve VIII. yaş sınıflarına göre çap-çap artımı ilişkisi

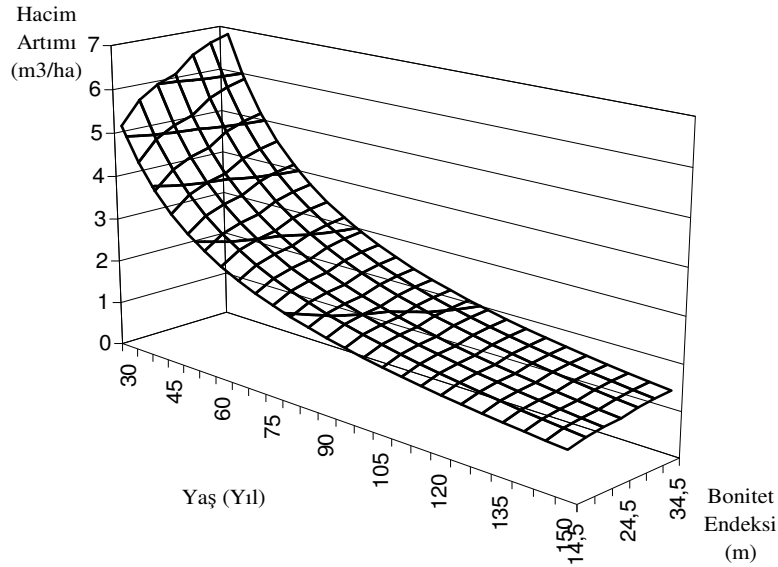
Meyer’in enterpolasyon yöntemi ile hesaplanan meşcerelerin hacim artımı ile meşcerelerin yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesi arasındaki istatistiksel ilişkiyi gösteren regresyon denklemi;

$$Iv = e^{[4.204 - (0.998 \cdot \ln(t)) + (0.316 \cdot \ln(Be)) + (0.315 \cdot \ln(Sd))]} \quad (1)$$

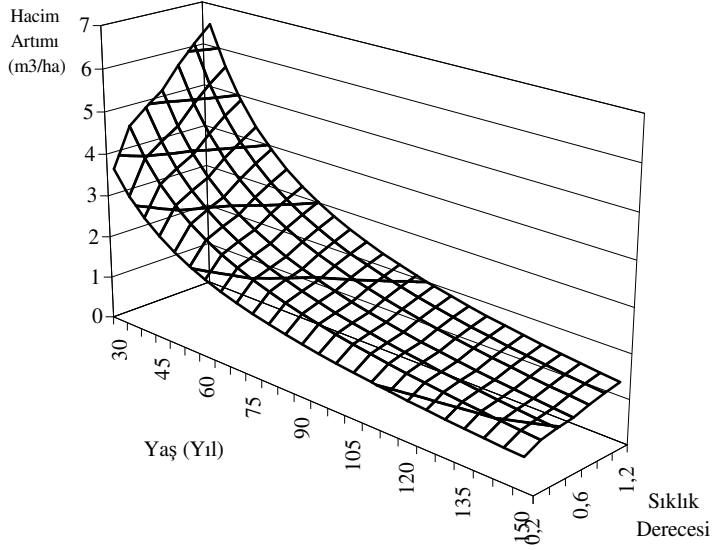
$$R^2_{düz.} = 0.855, S_{y.x} = 0.189 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ ve } F_{hesap} = 202.72$$

biçiminde elde edilmiştir. Bu regresyon denkleminde yer alan t meşcere yaşını, Be bonitet endeksini, sd sıklık derecesini, R^2 belirtme katsayısını, $S_{y.x}$ tahminin standart hatasını ve F_{hesap} ise F istatistiğini göstermektedir. Regresyon denkleminin ilişkin tüm katsayılar $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Oluşturulan regresyon modelinden yararlanarak, meşcere hacim artımının, meşcere sıklık derecesi sabit olmak üzere (1.0 için) yaş ve bonitet endeksine göre Şekil 4'te, bonitet endeksi sabit olmak üzere (24.5 m için) yaş ve sıklık derecesine göre değişimi ise Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Meşcere hacim artımının meşcere yaşı ve bonitet endeksine göre değişimi (Sd=1.0).



Şekil 5. Meşcere hacim artımının meşcere yaşı ve sıklık derecesine göre değişimi (Be=24.5 m).

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Göle Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer alan doğal yolla oluşmuş, saf ve eşit yaşlı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin hacim artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecelerine göre gösterdiği değişim incelenmiş ve regresyon denklemi geliştirilmiştir.

Bu amaçla çeşitli meşcere yaşları, bonitet sınıfları ve meşcere sıklık derecelerinde 304 adet deneme alanı alınmıştır. Bu deneme alanları; 40-180 yaş, 3 bonitet sınıfı ve 0.2-1.2 sıklık derecelerinde dağılmaktadır (Şekil 1). Bu deneme alanlarından elde edilen veriler ile meşcere hacim artımının (\dot{I}_v), meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimini modelleyen regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hatası ($S_{y,x}$) sırasıyla; 0.855 ve 0.189 m³/ha olarak hesaplanmıştır. Böylece meşcere hacim artımındaki değişkenliğin % 85.5'nin, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklık derecesi

değişkenleri birlikte açıklamaktadır. Geriye kalan %18.5'lik açıklanmayan kısım ise, modelde yer alamayan ve kontrol edilemeyen diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır.

Meyer'in enterpolasyon yöntemiyle meşcere hacim artımı hesabında, her bir deneme alanı için istatistiksel olarak yeterli sayıda veri olmaması nedeniyle; deneme alanlarından elde edilen veriler birleştirilerek, 20'şer yıllık her yaş sınıfı için çap-çap artımı denklemleri geliştirilmiştir (Tablo 1). Ancak meşcerelerde çap-çap artımı ilişkisi, meşcere yaşı yanında, bonitet endeksi ve sıklık derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu açıdan, aynı yaş sınıfı içinde bonitet endeksi ve sıklık derecesinin etkisinin de ortaya konması gerekir. Özellikle meşcere yaşı, verim gücü ve sıklık derecelerinde dengeli dağılım gösteren ve istatistiksel olarak yeterli sayıda deneme alanı elde edilmesi durumunda; çap artımları çok değişkenli bir regresyon denklemi ile güvenilir ve pratik bir şekilde tahmin edilebilir. Ancak çalışmamızda, her bir yaş sınıfı içinde farklı bonitet sınıfı ve sıklık derecelerinde istatistiksel olarak yeterli sayıda veri olmaması nedeniyle, yalnız yaş sınıfları için çap-çap artımı denklemleri geliştirilebilmiştir. Tablo 2'den de görülebileceği gibi, her bir yaş sınıfı için oluşturulan çap-çap artımı ilişkisine ait belirtme katsayıları meşcere yaşlandıkça genellikle düşmektedir. Ayrıca meşcere yaşına bağlı olarak çap-çap artımı ilişkisine ilişkin doğrunun eğimin azalmaktadır (Şekil 2-3). Bu değişimler, Yaşlı meşcerelerde galip ağaçların çoğunlukta olması nedeniyle ağaçlar arası rekabetin azalması ve buna bağlı olarak çap artımının çaptan çok etkilenmemesi, genç meşcelerde ise ağaçlar arasındaki rekabetin daha fazla olması nedeniyle daha az baskı gören ağaçların daha fazla çap artımı yapması ve bunun sonucu olarak çapların kalınlaşması, çap-çap arasındaki ilişkinin gücünü artırmış olması ile açıklanabilir (Kalıpsız, 1999; Husch and Miller, 1982).

Meşcere hacim artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimini modelleyen regresyon denkleminin ilişkin sonuçlara göre, meşcere hacim artımı; meşcere yaşı ile azalmakta, bununla birlikte bonitet endeksi ve sıklık derecesi ile artmaktadır (Şekil 4-5). Geliştirdiğimiz regresyon modelinde, meşcere hacim artımının yaş ile azalması, meşcerayı oluşturan ağaçların yaşlarının artması ile büyüme güçlerinin düşmesi ve daha küçük çap artımları yapmasının bir sonucudur. Ancak çap artımının yaşa bağlı olarak beklenen değişimi; erken yaşlarda küçük bir değerden başlayıp artması ve belirli bir yaş periyodunda en yüksek noktaya ulaşip, bu değerden sonra devamlı azalmasıdır (Kalıpsız, 1999). Bununla birlikte, geliştirdiğimiz model ile hacim artımının yaşa bağlı olarak

beklenen bu değişimi, ilk yıllar için elde edilememiştir. Bunun nedeni, erken yaşlarda farklı verim gücü ve sıklık derecelerinde yeterli veri olmaması olarak gösterilebilir. Özellikle 0-40 yıllık yaş periyodunda hiçbir veri bulunmamaktadır. Böylece erken yaşlarda, deneme alanının ve bu deneme alanlarından elde edilecek verilerinin olmaması, bu verilere dayalı olarak geliştirilen regresyon modelinde, hacim artımının maksimuma ulaşma durumunu yansıtamamasına ve bu yaş periyodu için beklenen sonucu verememesine neden olmuştur. Geliştirilen hacim artımı denkleminde, bonitet endeksi ile hacim artımı arasındaki pozitif ilişki bulunması, bonitet endeksinin artması ile, yetişme ortamı koşullarının iyileşmesine ve böylece ağaçların daha büyük çap artımı yapması ile açıklanmaktadır. Meşcere sıklık derecesinin artması, yetişme ortamından daha fazla ağacın yararlanması nedeniyle, tek ağaçlarda çap artımının azalmasına neden olmaktadır (Kalıpsız, 1999). Ancak sık meşcerelerde birim alanda ağaç sayısı, aynı bonitet endeksi ve yaş için, seyrek olanlara oranla daha fazla olup, sık meşcerelerde tek ağaçların hacim artımı toplamları, ağaç sayısı fazlalığı nedeniyle, sıklığı düşük meşcerelerin toplam hacim artımından daha fazla hesaplanabilmektedir. Böylece, Sıklık derecesi ile hacim artımı arasındaki bu pozitif ilişkinin nedeni; aynı bonitet endeksi ve yaş için, sık meşcerelerdeki ağaç sayısının birim alan (hektardaki) değerleri bakımından seyrek meşcereye oranla daha fazla olması ile hesaplanan toplam meşcere hacim artımının sık meşcerelerde daha büyük olması gösterilebilir (Avery and Burkhart, 1983).

Bu çalışma ile Yalnızçam ve Uğurlu Orman İşletme şeflikleri sınırları içerisinde yer alan saf ve doğal yolla oluşmuş sarıçam meşcerelerinin, çeşitli yaş, bonitet endeksi ve sıklık dereceleri için meşcere hacim artımının tahmin edilmesi mümkündür. Bu modelden elde tahminler, orman amenajmanı ve silvikültür amaçlı uygulamalarda ve çok çeşitli amaçları gerçekleştirmek için kullanılabilir. Bu çalışma bu iki işletme şefliğinden elde edilen veriler yardımıyla gerçekleştirilmiş olup, sarıçam yayılış gösterdiği diğer alanlardan elde edilecek veriler ile genel anlamda ülke geneli için geçerli bir hacim artım modeli geliştirilebilir. Bu çalışmada kullanılan veriler, geçici deneme alanlarından elde edilen veriler yardımıyla gerçekleştirilmiş olup, bunun yanında farklı yaş, yetişme ortamı ve sıklık derecelerindeki meşcerelerde tesis edilecek devamlı deneme alanlarının oluşturulması ve periyodik olarak ölçülmesi, meşcere hacim artımının gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmesi imkanını sağlayacaktır. Bu bilgiler ışığında, meşcerelerin bugünkü ve gelecekteki hacim artımını dikkate alarak, tutarlı ve rasyonel bir şekilde planlaması ve organize edilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alemdağ, İ. Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 20.
- Avery, T. E.,Burkhart, H. E.. 1983, Forest Measurement, Third Edition, Mcgraw-Hill Book Company.
- Carus, S., 1995. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (Fagus Orientalis Lispky) Meşçerelerinde Çap Artımının Meşçere Yaş ve Göğüs Yüzeyine Göre Değişimi, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 45, 95-110
- Carus, S., 1997. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (Fagus Orientalis Lispky) Meşçerelerinde Hacim Artımının Meşçere Yaşı, Bonitet, Göğüs Yüzeyi ve Sosyal Gövde Sınıflarına Göre Değişimi, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 47, 65-80
- Fırat, F., 1982, Dendrometri, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No:202, 251 s.
- Günel, A., 1981. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları, İstanbul Orman Fakültesi, Basılmamıştır
- Husch, B., Miller, C. I., and Beers, T. W., 1982. Forest Mensuration, John Willey Sons Inc., 337 p.
- Kalıpsız, A., 1999. Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları , İstanbul.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U. ve Mısır, N., 2002. Kestane Meşçerelerinin Hasılatı ve amenajman Esasları, TÜBİTAK TOGTAG-TARP 2229 Nolu Proje, Sonuç Raporu.
- Kapucu, F., 2004. Orman Amenajmanı, K.T.Ü. Orman Fakültesi yayın No: 33, 515 s.
- SPSS Institute Inc., 2003. SPSS Base 12.0 User's Guide, 703 p.
- Van Lear, A., Akça, A., 1997. Forest Mensuration, Cuvillier Veilage, Göttingen, 413 p.