

---

SERİ

**B**

CİLT

**45**

SAYI

**3-4**

**1995**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**

**DERGİSİ**



**AYNI YAŞLI DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lispky.)  
MEŞCERELERİNDE ÇAP ARTIMININ  
MEŞCERE YAŞ VE GÖĞÜS YÜZEYİNE GÖRE DEĞİŞİMİ**

Ar. Gör. Dr. Serdar CARUS<sup>1)</sup>

**Kısa Özet**

Bu çalışmada Türkiye' deki Batı ve Orta Karadeniz yöresi aynı yaşlı doğu kayını meşcerelerindeki ağaçların göğüs çapı artımlarının; göğüs çapı, meşcere göğüs yüzeyi ve yaşa göre gösterdiği değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda doğal yoldan meydana gelmiş, müdahale görmemiş, normal kapalı, saf ve aynı yaşlı doğu kayını meşcereleri incelenmiştir. Meşcerelerde, çap artımı yaş ilişkisinin, sağa çarpık çan eğrisi biçiminde olduğu görülmüştür. Meşcere göğüs yüzeyi, göğüs çapı- çap artımı ilişkisi üzerinde doğrusal fakat ters yönde bir ilişki göstermiştir. Meşcerede göğüs çapı artımının tahminine yararlı bir regresyon modeli kurulmuştur. Model, periyodik göğüs çap artımını, yaş, göğüs yüzeyi ve göğüs çapına bağlı olarak vermekte ve çap artımındaki değişimin yüzde kırk beşini ( $R^2=0.446$ ) açıklamaktadır.

## 1. GİRİŞ

Ormancılık, orman toprağından sürekli olarak çeşitli mal ve hizmet üreten ve bu üretimi değerlendiren bir işletmedir. Orman işletmesini planlamak ve yönetmek, gerekli kararları alabilmek için, ormanın üretim gücünün, bugünkü ve gelecekteki ürün miktarının bilinmesi gerekmektedir. 19 y.y. başlarından itibaren ülkemiz ve dünya ülkelerinde odunun kullanım yerlerinin daha da artması odundaki artımın oluşumunun bilinmesini gerekli kılmıştır. Düzenli ormancılık işletmesi, ağaç serveti ile bunun yapacağı artımın bilinmesini gerektirdiğinden, meşcere ağaç serveti ile artımının tayininde yararlanılacak yöntemler de araştırılmaya başlanılmıştır. Meşcereyi oluşturan ağaçların boyutları ve özellikleri zaman içerisinde değişmektedir. Ağaçlarda artım (boy, göğüs çapı, hacim vb.) her yıl aynı miktarda olmayıp yaş, yetiştirme ortamı faktörleri ve genetik özelliklerine bağlı olarak belirli bir eğilim göstermektedir. Bu olay, sonsuz sayıda ve sürekli değişen karşılıklı ilişkilerin sonucudur. Silvikültürel müdahaleler genellikle düzenli kuruluş

<sup>1)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı

gösteren meşcerelerde yapılmakta, bakım müdahalelerinin hacim- hacim elemanları ve artımları üzerindeki etkileri bilinmek istenmektedir. Modern ormancılık araştırmalarının en önemli amacını artım kanunlarını tayin edilmesi oluşturmaktadır. İstatistik yöntemlerle, artım ve büyüme olayları üzerindeki önemli etkenlerin etki yönleri ve dereceleri ölçülebilmektedir. Çap artımından hacim artımı tayininde yararlanılabileceği görülmüş, göğüs çapı artımı- hacim artımı ilişkisine dayanan yöntemler geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen görüşler çerçevesi dahilinde hareket edilerek doğu kayınında çap artımı- göğüs çapı, yaş, bonitet, göğüs yüzeyi arasındaki ilişkilerin tesbiti araştırma konusu olarak kabul edilmiştir. Ağaç türü olarak doğu kayını seçilmesi, ülkemizin orman sahalarının geniş bir kısmını kaplayan değerli (yaklaşık 1.5 milyon hektar ve genel orman alanı içerisinde %8.5) ve karakteristik bir doğal ağaç türü olmasıdır. Dolayısıyla elde edilebilecek sonuçların uygulamada da kullanılması mümkündür. İkinci neden olarak ta uygulamalarda yıllık halkaların okunmasında güçlüklerle karşılaşarak az veya çok hatalar yapılabilmesidir. Çalışmamızda yıllık halkaların okunmasında güçlüklerle karşılaşmaması için, çeşitli kimyasal maddeler denenmiştir. Bunlardan Flora-glisinol (Phloroglucinol) adlı kimyasal madde iyi bir uyum sağlamıştır. Yıllık halkaların sayımı sırasında bu kimyasal maddeden yararlanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Materyal

Bu çalışmada, Türkiye' deki Batı ve Orta Karadeniz yöresi aynıyaşlı doğu kayını meşcerelerindeki ağaçların çap artımlarının göğüs çapı, meşcere göğüs yüzeyi ve yaşa göre gösterdiği değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda doğal yoldan meydana gelmiş, müdahale görmemiş, normal kapalı, saf ve aynıyaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) meşcereleri incelenmiştir. Bu amaçla İstanbul, Zonguldak, Sinop, Kastamonu ve Bolu Bölge Müdürlüğü mün-takalarından 1994-1996 yılları arasında 116 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanlarda aşağıda maddeler halinde verilen işlemler yapılmıştır.

Örnek alanların alınmasında öncelikli kriter meşcerelerin aynıyaşlı kuruluş göstermesidir. Bunun için, meşcere içerisinde değişik çap basamaklarından en az 6 ağaçta göğüs yüksekliğinden alınan ve özden geçen artım kalemleri ile en az bir ağaçta yapılan gövde analizi sonuçlarından yararlanılmıştır. Göğüs yüksekliğine ulaşma yaşı bulmak için gövde analizi ve örnek alan yakınında bulunan fidanlardan yararlanılmıştır. Göğüs yüksekliği yaşı ve göğüs yüksekliğine ulaşma yaşlarının aritmetik ortalaması toplanarak meşcere orta yaşı bulunmuştur. Örnek alanların kenar uzunlukları ve alanı tesbit edilmiştir. Örnek alan sınırları belirlenip, ip içerisine alındıktan sonra göğüs çapı 4cm.' den büyük ağaçların çapları çap ölçer ile saptanmıştır.

Örnek alanların her birinde ayrı ayrı olmak üzere 6-20 ağaçta göğüs yüksekliğindeki kabuk kalınlığı ile son 10 yıllık halka kalınlıkları mm. duyarlılığında pressler artım burgusu vasıtasıyla bulunmuştur. Ayrıca eksantrik büyüme ile yıllık halka ölçümünde meydana gelebilecek hatayı önlemek için artım kalemleri birbirine dik iki yönde alınmıştır. Bununla birlikte artım kaleminin, gövde eksenine dik olarak alınmasına ve özden geçen bir doğrusal hatta olmasına dikkat edilmiştir. Yıllık halkaların okunmasında güçlüklerle karşılaşmaması için, çeşitli kimyasal maddeler denenmiş, bunlardan Flora-glisinol (Phloroglucinol) adlı kimyasal madde iyi bir uyum sağlamıştır.

Örnek alanlarda bonitetin bulunması sırasında yararlanılması için, değişik çaplarda 20-30 adet ağacın boyu Blume-Leisse boy ölçeri ile ölçülmüştür .

## 2.2 Metod

Örnek alanlardan elde edilen ölçümler bilgisayarda SPSS (Statistical Package For The Social Science) For Windows Ver. 5.0.1 istatistik paket programından yararlanılarak bilgisayar ortamında veri kütükleri halinde işlenerek değerlendirilmiştir. Veriler üzerinde istatistik değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca regresyon denklemlerine de yer verilmiştir. Regresyon denklemlerinin katsayılarının ve diğer istatistiklerinin saptanmasında en küçük kareler yöntemini esas alan SPSS bilgisayar programının Enter yöntemi uygulanmıştır. Regresyon denklemlerine verilere uygunluğu varyans analizinden yararlanılarak F testi ile denetlenmiştir. Denklemlerin korelasyon katsayısının sıfır olup olmadığı t testi ile denetlenmiştir. Ayrıca, regresyon denklemlerine ait hata varyansı ( $Se^2$ ) da hesaplanmıştır.

Örnek alanların her birinde, 6 cm. basamak ortası değerden başlayarak 4cm.'lik çap basamaklarında bulunan ağaçların göğüs yüzeyleri bulunmuştur. Çap basamaklarındaki göğüs yüzeylerinin toplanmasıyla, örnek alanın daha sonra da örnek alanın hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak örnek alanların hektardaki göğüs yüzeyleri bulunmuştur.

Örnek alanların bonitetinin tayininde, örnek alanlarda meşcere boy eğrisini oluşturmak için alınan 20-30 adet ağacın çap ve boy değerlerinin aritmetik ortalamaları bulunmuştur. Örnek alanlara ait aritmetik ortalama çap apsis, boy ise ordinat ekseninde olacak şekilde ikili koordinat sistemine taşınmış ve değerler en küçük kareler yöntemiyle dengelenmiştir. Dengelenmiş eğri yardımıyla, örnek alanların bonitet dereceleri (rölatif bonitet  $0.0 \leq BOD \leq 1.0$ ) elde edilmiştir (CARU 1998 ).

Örnek ağaçların son on yıllık periyodik kabuksuz çap artımları ( $\Sigma id_{kbz}$  = son on yıllık halka kalınlığının iki katı- mm.) alınarak kullanılmıştır. Bu şekilde çap artımları bulunan 902 ağaç regresyon işlemlerine katılmıştır.

Kabuk kalınlıkları, kabuksuz çap artımını kabuklu hale dönüştürebilmek için, kabuk faktörünün bulunmasında göğüs çapına göre regresyon denklemiyle dengelenmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

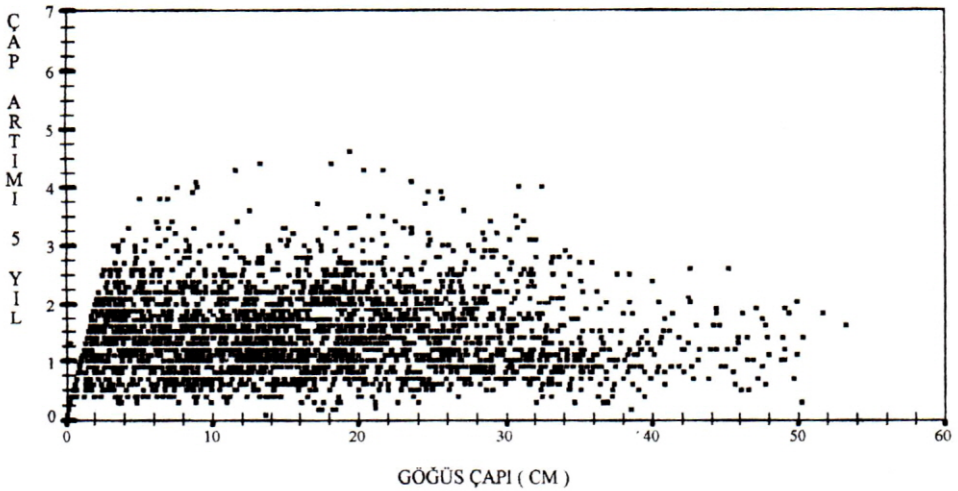
Çap, kullanım alanını ve dolayısıyla odunun değerini tayin edici bir faktördür. Tek ağacın gelişmesinde insan müdahalesinin, yani meşcerede uygulanan bakım şeklinin etkisi o ağacın meşcere topluluğu içerisindeki biyolojik- sosyal ortamını ayarlamak suretiyle olmaktadır. Meşceredeki müdahalelerle bir ağaca temin edilen büyüme sahası onun çap ve hacim gelişmesi üzerinde büyük etki yapmaktadır.

### 4.1 Göğüs Çapı Artımı

Tek ağaçlardaki çap artımının değişimini tanımlayabilmek için, çap gelişiminde olduğu gibi, birden fazla serbest değişken kullanılmaktadır (GÜNEL 1978; SARAÇOĞLU 1988; CLUTTER 1963; ERKAN 1995). Çalışmamızda önce çap artımının yaşa göre değişimi incelenmiş, daha sonra periyodik yıllık ortalama çap artımı  $id = f(G, t, d_{1,30})$  fonksiyonuna bağlı olarak hesaplanmıştır. Ağaç türünün, yetiştirme ortamı şartlarının, insan müdahalelerinin meşcerelerin ve bunlar içerisinde her bir ağacın gelişmesi üzerindeki etkileri esas olarak bir bütün teşkil eder. Bu üç etken birbirine en iyi kaynaştırıldığı zaman birim sahadan en yüksek hasılat alınabilir. Bu faktörler en iyi şekilde nasıl kombine edilebileceği araştırmaların konusu olmaktadır. Ormanın verim gücü; yetiştirme ortamına, yetiştirilen ağaç türü (türleri) ve ona uygulanan bakımın isabet derecesine bağlıdır.

#### 4.1.1 Göğüs Çapı Artımı-Yaş İlişkisi

Bir ağacın gövde kesiti toprağa yakın bir seviyeden incelendiğinde, özden dışa doğru yıllık halkaların kalınlıklarında farklılıklar görülür. Yıllık halka kalınlığının önce hızlı bir yükseliş gösterdiği (halka genişliğinin arttığını) fakat oldukça genç yaşlarda bu yükselişin durduğunu ve gittikçe daralan yıllık halkalar oluştuğunu izlemek mümkündür (FIRAT 1972; KALIPSIZ 1988; GÜLEN 1965). Göğüs çapı artımının genelde yaşa bağlı olarak küçük bir değerden başlayıp 30-70 yaşlarında en yüksek noktaya ulaştığı ve sonra azalma gösterdiği gözlenebilmektedir (KALIPSIZ 1984). Örnek alanlardan alınan galip ağaçların gövde analizlerinden elde edilen periyodik çap artım verileri ile göğüs çapı bir koordinat sisteminde işaretlendiğinde erken yaşlardan itibaren artımda yükselme, ilerki çaplarda ise azalma gözlenmektedir (Şekil 1). Göğüs çapı- çap artımı ilişkisini gösteren noktalar dağılımının grafik üzerinde çok dağınık ve korelasyonun düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun göğüs çapı artımının yalnız yaştan değil, ağacın yetiştiği meşcerenin sıklığı, çok değişken olan iklim koşulları, bonitet ve genetik özelliklerinden de etkilenecek farklılık gösterebileceği kanaatine varılmıştır.



Şekil 1: Değişik yaşlarda göğüs çapı- periyodik (5 yıl) çap artımı ilişkileri

#### 4.1.2 Göğüs Çapı Artımı- Göğüs Çapı İlişkisi

Çap artımını etkileyen faktörlerden birisi de göğüs çapıdır. Göğüs çapının çap artımıyla olan ilişkisi aynı yaşlı ormanlarda doğrusal bir ilişki göstermekte ve,

$$i_d = a + b \cdot d_{1,30} \quad (1)$$

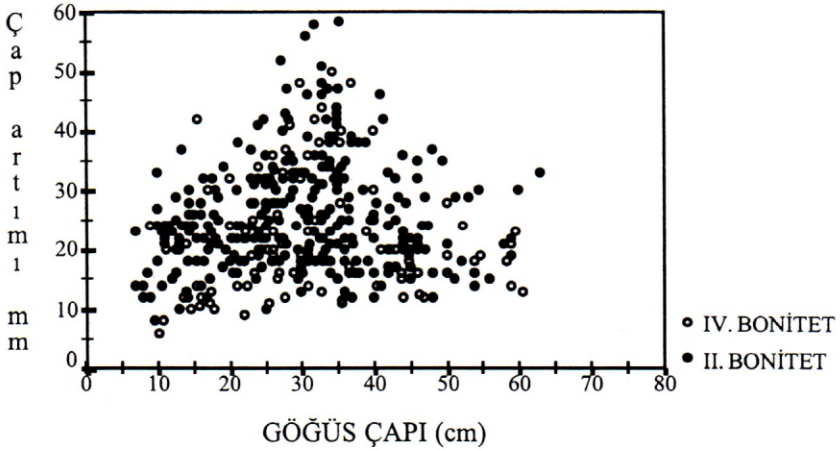
bağıntısıyla ifade edilmektedir (KALIPSIZ 1968 ve 1984). Bu formül yardımıyla hesaplanan doğrunun eğimi meşcere yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genç ve normal kapalı meşcerelerde bu doğru dik bir şekilde yükselmektedir. Orta yaşlı meşcerelerde doğrunun eğimi azalmakta, ileri yaşlı meşcerelerde ise yaklaşık yatay bir durum göstermektedir. Bu doğrular bir çan eğrisinin teğetleri durumundadır. Ağaç sayısının fazla olduğu ve ağaçlar arasında kuvvetli bir mücadelenin geçtiği genç meşcerelerde bireylerin çap artımları arasındaki oransal çap artımında-

ki farklılık büyük bulunmakta ve sonuçta da göğüs çapı çap artımı doğrusu daha dik olarak yükselmektedir. Özellikle tepe kalitesi veya ağaç sınıfı farklı olan ağaçların aynıyaşa olsalar da çap artımları da farklı bulunmaktadır. Meşcerenin yaşı ilerledikçe alt veya ara durumdaki ağaçlar yavaş yavaş meşcereden kuruyup ayrılır ve meşcere bireyleri arasındaki sosyal durum bakımından farklılıklar azalmaktadır. Bunun sonucunda, meşceredeki ince ve kalın çaplı ağaçların yaptıkları çap artımları birbirine yakın bulunabilmektedir (KALIPSIZ 1968).

Örnek alanların alındığı ve birçok Doğu Kayını meşceresi bakım müdahaleleri görmedikleri, bunun yanısıra araştırma konusu alan ağaç türü gölge ağacı niteliğinde olduğu için, ince çaplı bireyler de meşcerede bulunmaktadır. Bu nedenlerle çalışmamızda meşcereler aynı yaşlı olmasına rağmen, göğüs çapı- çap artımı ilişkisinin bir eğrisel model ile tanımlanması benimsenmiştir.

#### 4.1.3 Göğüs Çapı Artımı- Bonitet ilişkisi

Çalışmamızda, göğüs çapı- çap artımı ilişkisinin bonitete bağlılık derecesinin kavranabilmesi için, örnek alanlar ilk önce bonitet sınıflarına ayrılmıştır. Bonitetin etkisini açık olarak görebilmek için, yalnız II. ve V. bonitet sınıflarındaki örnek ağaçların çap- çap artımı noktaları, bonitetlere göre farklı simgelerle koordinat sistemi üzerine işaretlenmiştir (Şekil 2).



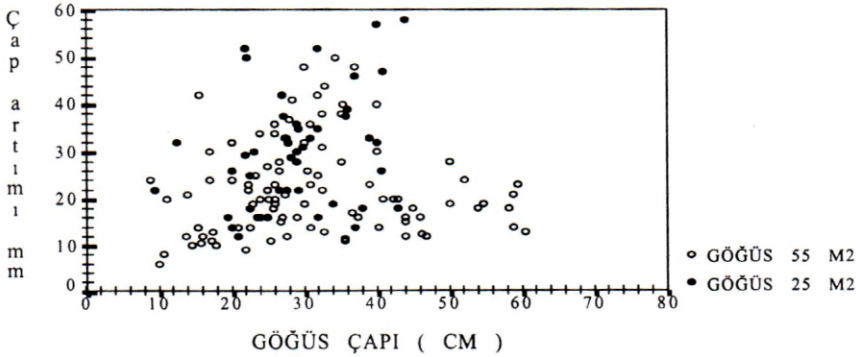
Şekil 2: II. ve IV. boniter sınıflarına ait göğüs çapı- kabuksuz çap artımı dağılımı

Noktalar dağılımından, II. bonitete ait dağılımını 20-25 cm. göğüs çapına kadar genel olarak daha yukarıda, IV. bonitetin ise, biraz daha aşağıda yer aldığı görülmektedir. Ancak, ilerki çap basamaklarındaki bireylerde ise, eğilim yavaş bir şekilde tersine dönme eğilimi göstermiştir. Bu durum göğüs çapı- çap artımı ilişkisi üzerinde, bonitetin az da olsa bir etkisinin olduğunu gösterir. Ancak burada, çap artımının sürekli olarak II. bonitetin daha üstte olması beklenirken, tersine bir durum ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, iyi bonitetlerde göğüs yüzeyinin fazla olmasından ileri gelebilir.

#### 4.1.4 Göğüs Çapı Artımı- Meşcere Göğüs Yüzeyi İlişkisi

Çalışmamızda, göğüs çapı- çap artımı ilişkisinin, meşcere göğüs yüzeyine (sıklığa) bağlılık derecesinin kavranabilmesi için, örnek alanlardan sadece 20-30 ve 50-60m<sup>2</sup>/ha olmak

üzere  $10m^2$  lik iki göğüs yüzeyi sınıflarına girenler de, örnek ağaçların göğüs çapı- çap artımı noktaları, farklı simgelerle koordinat sistemi üzerine işaretlenmiştir (Şekil 3). Noktalar dağılımından, bonitete ait dağılımın genel olarak daha aşağıda, diğerinin ise biraz daha yukarıda yer aldığı görülmektedir. Bu durum, çap- çap artımı ilişkisi üzerinde, bonitetin az da olsa bir etkisinin olduğunu gösterir. Ancak burada, II. bonitetin daha üstte olması beklenirken, tersine bir durum ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, iyi bonitetlerde göğüs yüzeyinin fazla olmasından ileri gelebilir.



Şekil 3: Doğu kayınında çap- çap artımı ilişkisinin göğüs yüzeyine göre değişimi

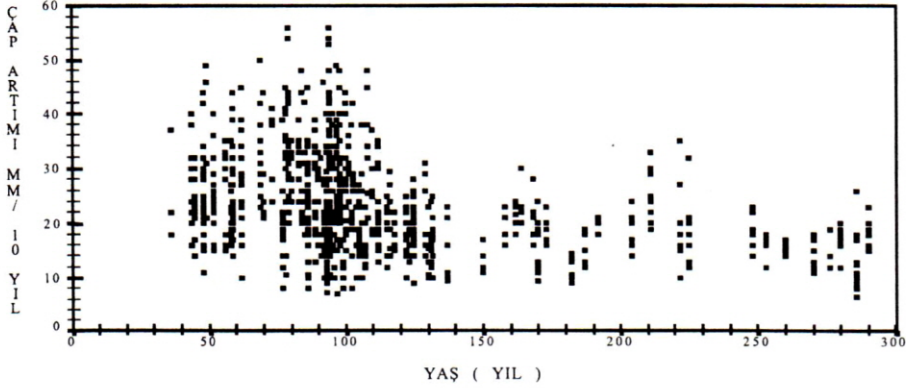
Meşcere sıklığı, bonitet gibi göğüs çapı- çap artımı ilişkisine görünürde benzer etki yapmıştır. Bu aynı yöndeki etki yüzünden, çap çap artımı ilişkisini temsil edecek genel bir istatistik modelde, biraz daha fazla etkin olduğu görülen yalnız meşcere göğüs yüzeyine yer verilmesi uygun görülmüştür.

#### 4.1.5 Göğüs Çapı Artımı- Yaş, Göğüs Çapı, Bonitet ve Meşcere Göğüs Yüzeyi İlişkisi

Göğüs çapı artımının sadece yaşa veya göğüs çapına göre kestirilmesi yeterli güvenilirlikte olmamaktadır. Çünkü çap artımı üzerinde meşcerenin sıklığı ve bonitet gibi faktörler de etkilidir. GÜNEL (1978), periyodik çap artımını periyot başı yaş, periyot başı çap ve rekabet şiddetini AKALP (1983), periyodik çap artımını yaş ve yarışma endeksi ile SARAÇOĞLU (1988) ise çap ve göğüs yüzeyini içeren model ile açıklamaya çalışmıştır. Bu çalışmada, yine bu faktörleri içerisine alan birçok model denenmiş fakat en son olarak, meşcere sıklığı (göğüs yüzeyi), meşcere yaşı ve ağacın göğüs çapı serbest değişken alınarak, tek ağaçların göğüs çapı artımının tahmininde kullanılmaya elverişli bir regresyon denkleminin kullanılması uygun görülmüştür (formül 2). Örnek alanlarda aynı göğüs çapı ve yaşa sahip galip bireylerin, göğüs çapı artımlarında görülen farklılığın meşcerenin bonitet derecesi veya göğüs yüzeyine göre oldukça farklı artım yaptıkları gözlenmiştir. İyi bonitetteki meşcerelerde meşcere yaşı aynı olmasına karşın, daha fazla göğüs yüzeyine sahip bulunacağı için, göğüs yüzeyi ile bonitet derecesi, göğüs çapı- çap artımı ilişkisine aynı yönde etki edecektir. Bu aynı yöndeki etki yüzünden, göğüs çapı- çap artımı ilişkisini temsil edecek genel bir istatistik model SARAÇOĞLU (1988), tarafından biraz daha etkin olduğu bildirilen ve tarafımızdan da uygun görülen yalnız meşcere göğüs yüzeyine yer verilmesi uygun görülmüştür.

Doğu Kayını meşcereleri bakım müdahaleleri görmedikleri ve gölge ağacı niteliğinde olduğu için, ince çaplı gövdeler de meşcerede bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda meşcereler aynıyaşlı olmasına rağmen, göğüs çapı- çap artımı ilişkisinin biçimi doğrusal model ile

tanımlanmamış, onun yerine bir eğrisel model 2' nin kullanılması benimsenmiştir. Zaten genç yaştaki meşcereler meşcere çap-çap artımı eğrisinin daha çok doğrusal kısmını kullanacaklardır. Aynı yaşlı doğu kayını meşcerelerinden alınan değişik göğüs çaplı bireylerden alınan veriler yardımı ile, çap artımı ( $\Sigma i_d$ , mm/10 yıl) yaş ilişkisinin, sağa çarpık çan eğrisi biçiminde olduğu görülmüştür (Şekil 4). Model olarak Gamma dağılımı esas alınmıştır.



Şekil 4: Doğu kayınında periyodik çap artımının yaşa göre değişimi

$$\Sigma i_d = e^{(\beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d^{**2})} \quad (2)$$

biçiminde çan eğrisi modeli ile göğüs çapı- çap artımı ilişkisi tanımlanabilir (üs=\*\*). Bu modeldeki katsayılarında,  $\beta_0 = a_0 + a_1 * t + a_2 * \ln t$ ,  $\beta_1 = a_3 + a_4 * t + a_5 * \ln t$ ,  $\beta_2 = a_6 + a_7 * t + a_8 * \ln t$  biçiminde yaş ile ilişkili olduğu düşünülürse, aşağıdaki model 3 elde edilir.

$$\Sigma i_d = e^{(a_0 + a_1 * t + a_2 * \ln t) + (a_3 + a_4 * t + a_5 * \ln t) * d + (a_6 + a_7 * t + a_8 * \ln t) * d^{**2}} \quad (3)$$

Meşcere göğüs yüzeyinin (G), göğüs çapı- çap artımı ilişkisi üzerindeki etkisinin (bak: şekil 3) doğrusal biçimde olduğu varsayılarak, model 4 elde edilmiştir. Bu son modele göre bulunacak periyodik kabuksuz çap artımı, kabuk faktörü ile çarpıldığında periyodik kabuklu çap artımını verecektir.

$$\Sigma i_d = e^{(a_0 + a_1 * t + a_2 * \ln t) + (a_3 + a_4 * t + a_5 * \ln t) * d + (a_6 + a_7 * t + a_8 * \ln t) * d^{**2} + [(a_9 + a_{10} * t + a_{11} * \ln t) + (a_{12} + a_{13} * t + a_{14} * \ln t) * d + (a_{15} + a_{16} * t + a_{17} * \ln t) * d^{**2}] * G} \quad (4)$$

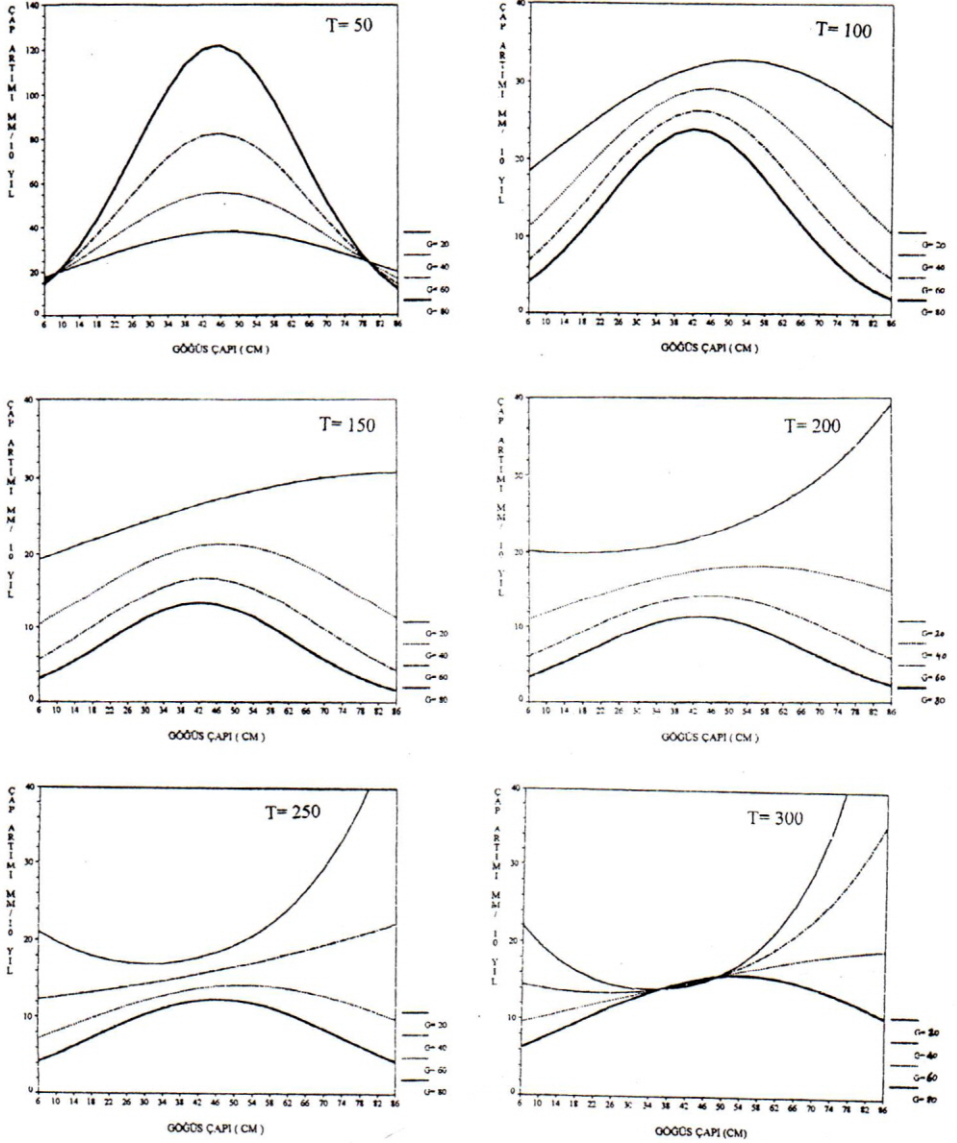
Formül 4 ile belirlenen modelin katsayılarının bulunması sırasında kabuklu göğüs çaplarının değeri, MEYER' in (1942) önerisine uyularak,

$$d = 1/2 \Sigma i_d \quad (5)$$

biçiminde periyot ortası kabuklu çaplara dönüştürülmüştür. Böylece, gelecek periyoda ait kabuklu çap artımlarının, gerçeğe daha yakın olacak biçimde kestirilmesine çalışılmıştır. Modele ait regresyon denkleminin katsayıları, örnek alanlardan alınan 10 yıllık çap artımları, göğüs çapları, meşcere yaşı ve meşcere göğüs yüzeyi olmak üzere dördümlü veri grupları halinde bilgisayarda bir veri kütlüğüne işlenmiştir. Model 4' e ait regresyon denkleminin katsayı ve istatistikleri tablo 1' de verilmiştir. Çap basamaklarındaki periyodik çap artımlarının (10 yıllık-mm.) meşcere orta yaş ve



göğüs yüzeylerine göre, dengelenmiş regresyon denkleminde (formül 4) yararlanılarak çizilen eğrileri Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5: Çap basamaklarındaki çap artımlarının (10 yıllık-mm) yaş ve meçcere göğüs yüzeyine göre değişimi

**Tablo 1:** Çap artımını meşcere göğüs yüzeyi, yaş ve göğüs çapına bağlı olarak veren regresyon modeline ait katsayı ve istatistikler

a0= -0.843492	a1= -0.00144	a2=0.98815	a3=0.03439
a4=-2.68835E-04	a5= -0.002878	a6= -1.86377E-04	a7=3.08289E-06
a8=0.0*	a9=0.171912	a10=2.42987 E- 04	a11= -0.05066
a12=0.00156	a13= 0.0*	a14= 0.0*	a15= 0.0*
a16=3.98574 E-08	a17=-. 4.86912 E- 06		
R=0.66801	F <sub>13,888</sub> = 55.04513***	Sc= 0.2958	n= 902
R <sup>2</sup> =0.44624	t <sub>R, 888</sub> = 26.7504***	df= 1.04472	

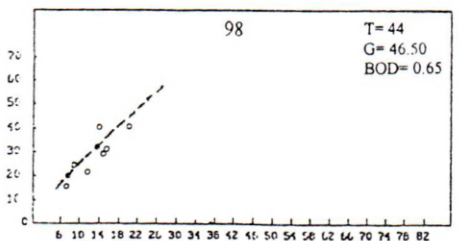
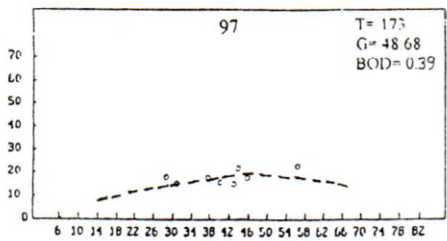
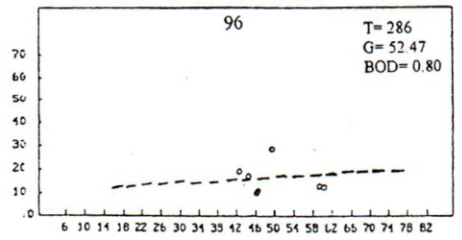
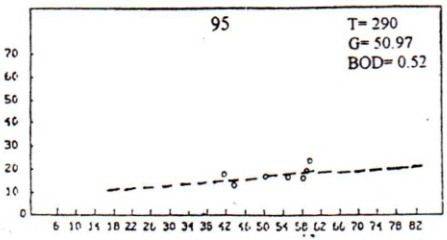
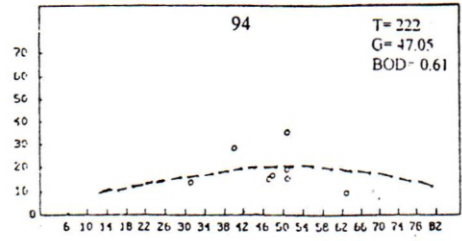
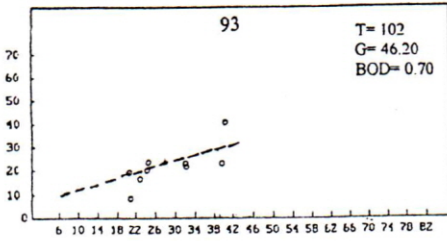
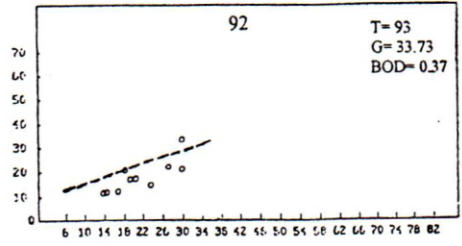
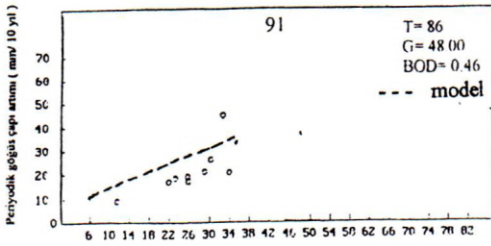
\*Regresyon modelinin katsayılarının hesaplanması sırasında, SPSS bilgisayar programı tarafından önemsiz bulunarak işleme sokulmamıştır.

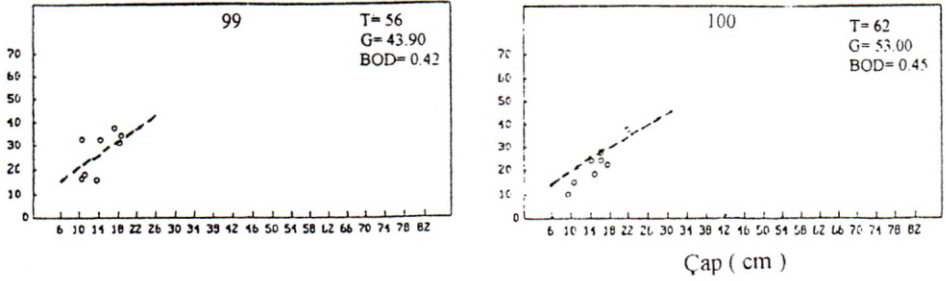
Regresyon denkleminin istatistikleri oldukça güven verici bulunmuştur. Denklemden belirli bir yaş ve göğüs yüzeyine sahip meşcerede yer alan ağaçların göğüs çaplarına karşılık gelen çap artımları kolaylıkla bulunabilmektedir. Örnek alanlara ait göğüs çapı- çap artımı noktalar dağılımı üzerinde örnek alana ait meşcere göğüs yüzeyi, yaş dikkate alınarak model-4 den elde edilen eğriler Şekil 6'da verilmiştir.

Korelasyon katsayısının sıfır olma olasılığı,  $t_{0,001; 888} = 3.291$  kritik değeri, 26.5704 den çok küçük olduğu için, %0.1'den çok daha azdır. Modelin verilere uyma olasılığı  $F_{0,001;13; 888} = 2.742 < 55.04513$  olduğundan, %0.999'dan çok daha büyük olan bir güven düzeyindedir.

Saptanan periyodik kabuksuz çap artımını veren regresyon denkleminde, 20'şer m<sup>2</sup>'lik meşcere göğüs yüzeyi basamaklarına karşı gelen, göğüs çapı- çap artımı ilişkisine ait eğriler Şekil 5' de ve eğrilere ait değerler Tablo 2'de verilmiştir. Bu eğriler, kabuklu çap artımına dönüştürülmesi durumunda, kabuk katsayısının etkisi yüzünden, biraz daha yükselecektir. Kabuk katsayısı çalışmamızda 1.035231 bulunmuştur. Regresyon denkleminde elde edilen çap artım değerleri bu katsayı ile çarpılarak kabuklu çap artım değerlerine dönüştürülmelidir. Eğrilerin genel eğiliminin, verilere uyduğu ve şekil 1' deki yaş- çap artımı ilişkilerine benzediği görülmektedir. Göğüs çapı- çap artımı ilişkilerinin, çap bağlı yaş olarak düşünüldüğünde yaş- göğüs çapı artımı ilişkilerine benzemesi doğaldır.

Meşcere göğüs yüzeyinin artması, bonitetin bir göstergesi sayılırsa, bonitetin artmasıyla göğüs çapı- çap artımı eğrilerinin basıklaşıp ileri çaplara kayması gerektiği anlaşılır. Ancak, meşcere göğüs yüzeyi artmadan bonitet artarsa, yani iyi bonitetlerde meşcere göğüs yüzeyi düşürülürse, göğüs çapı- çap artımı eğrilerinde sola ve yukarı bir değişim beklenmelidir. Göğüs çapı- çap artımı eğrilerinin kesişme noktasından sonraki kısımlarında, meşcere göğüs yüzeyi arttıkça eğrilerin yukarı doğru çıktığı görülmektedir (bakz: Şekil 5). Şekil 5'teki çap- çap artımı eğrilerinin, göğüs yüzeyi arttıkça ilk çap basamaklarında daha basık olması, iyi bonitetlerin (göğüs yüzeyi fazla olan meşcerelerin) eğrisinin alta ve düşük bonitetlerin (göğüs yüzeyi düşük olan meşcerelerin) eğrisinin ise, üstte olacağını gösterir (SARAÇOĞLU 1988). Meşcerenin aynı veya değişik yaşlı olmasının ağaçların çap artımları üzerine etkisi şöyledir; Aynı yaşlı meşcerelerde, genç yaşlarda komşu ağaçların etkileri az olduğundan ağaçlar birbirlerini büyük ölçüde etkileyememektedir. Yalnız değişik yaşlı meşcerelerde, genç ağaçların büyük çoğunluğu komşu kalın çaplı ağaçlar tarafından baskı altında bulundurulmaktadır. Bu nedenle aynı yaşlı meşcerelerde ağaçlar gençliklerinde daha hızlı bir çap kalınlaşması yaparlar. Aynı yaşlı bir meşcerede göğüs çapı- çap artımı arasında doğrusal bir ilişki görülmektedir. Çünkü en kalın çaplı ağaç en büyük artımı yaptığı için o bugünkü boyutunu alabilmiştir.





Şekil 6: Bazı örnek alanlara ait göğüs çapı- çap artımı noktalar dağılımı üzerinde, örnek alana ait meşcere yaş ve göğüs yüzeyi dikkate alınarak model 4' ten elde edilen eğriler

### 3.1.6 Ülkemizde Uygulanan Meşcere Hacim Artım Tayini Yöntemi ve Kritiği

Türkiye'de Orman Genel Müdürlüğünün ANONİM 1991) halen yürürlükte olan "Amenajman planlarının düzenlenmesi, uygulanması, denetlenmesi ve yenilenmesi hakkındaki yönetmelik", meşcere hacim artımının tayininde Meyer'in Entropolasyon yönteminin kullanılmasını kabul etmiştir.

MEYER' in entropolasyon yöntemi;

$$Iv = \sum \frac{\Delta v}{\Delta d} * id_{1.30} * K * N_i \quad (6)$$

$Iv$  = Meşcerenin yıllık hacim artımı ( $m^3/ha/yıl$ ),  $k$  = çap basamağı sayısı ( $ad$ ),  $Dv/Dd$  = artış faktörü ( $d$  çap basamağında bulunan bir bireyin çapına hacim tablosunda karşılık gelen gövde hacmiyle, bir alt ve üst basamaktaki çap basamağına ait ağaçların hacim tablosunda bulunan hacimleri farklarının aritmetik ortalamasının, hacim tablosu çap basamağı genişliğine oranı),  $id_{1.30}$  = yıllık kabuksuz çap artımı,  $K$  = Kabuk faktörü,  $N_i$  =  $i$ .nci çap basamağında bulunan ağaç sayısı ( $ad/ha$ ).

Orman Genel Müdürlüğü, Meyer'in entropolasyon yönteminin uygulanmasında; göğüs çapı- çap artımı ilişkisinin kurulmasında sadece göğüs çapı dikkate alınmakta buna karşın, meşcere yaşı, bonitet ve meşcere göğüs yüzeyi (meşcere sıklığı) gibi değişkenleri dikkate almamaktadır. Göğüs çapına göre çap artımının gerçeğe daha yakın kestirilebilmesi için, meşcerede yer alan tek ağaçların göğüs çapı artımı ile; tepe kalitesi, meşcere sıklık derecesi, yaş, bonitet, göğüs çapı, çap artımı, iklim ve mevki (bakı, eğim, yükselti vb.) gibi özelliklere bağlılığının bilinmesi de gereklidir (KALIPSIZ 1968; SARAÇOĞLU 1988; WYKOOF et al. 1982).

Yaş faktörünün dikkate alınmaması halinde, göğüs çapı- çap artımı ilişkisi değişik yaştaki meşcerelerden sağlanan veriler nedeniyle ikinci dereceden parabol veya çan eğrisi biçiminde bulunmaktadır. Çünkü bireylerin toplamı "değişik yaşlı" bir orman formunu almaktadır. Ancak orman amenajman heyetlerinin uygulamalarında, göğüs çapı- çap artımı verileri, aynı yaşlı ormanlarda olduğu gibi göğüs çapı- çap artımı ilişkisi doğrusal denklem modeli ile dengelenmektedir.

Çap artımında yapılacak hata, doğal olarak meşcere hacim artımına da yansiyacaktır. Bu nedenle işlem çalışmamızda, anlatılan şekilde yapıldığında hata oranı daha az olacaktır.

Meyer metodlarının uygulanabilmesi için, meşcere hacim denkleminin veya meşcereye uygun bir gövde hacim tablosunun elde edilmesine ve meşcere ya da birim sahadaki ağaçların çap basamaklarına dağılışı ile her çap basamağındaki ortalama yıllık çap artımının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır (KALIPSIZ 1968).

**Tablo 2:** Göğüs çapı artım modeline göre (formül 4) 50 yıllık yaş, 20 şer m<sup>2</sup>/ha. göğüs yüzeyi basamaklarında göğüs çapına karşı gelen çap artımı (mm/10 yıl) değerleri.

YAŞLAR												
50				100				150				
GÖĞÜS YÜZEYİ m <sup>2</sup> /ha.												
d <sub>1,3</sub> (cm)	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
6	17.76	16.61	15.54	14.54	18.50	11.28	6.89	4.19	19.32	10.44	5.64	3.05
10	20.42	20.92	21.43	21.95	20.34	13.55	9.03	6.02	20.18	11.91	7.03	4.15
14	23.15	25.71	28.55	31.70	22.17	15.96	11.50	8.28	21.04	13.41	8.55	5.45
18	25.88	30.84	36.76	43.80	23.96	18.44	14.19	10.92	21.89	14.90	10.14	6.90
22	28.53	36.12	45.73	57.90	25.68	20.89	16.99	13.82	22.72	16.33	11.74	8.44
26	31.01	41.29	54.99	73.22	27.29	23.20	19.73	16.78	23.53	17.66	13.25	9.94
30	33.23	46.08	63.89	88.59	28.75	25.27	22.22	19.53	24.32	18.84	14.59	11.30
34	35.11	50.19	71.74	102.5	30.02	26.99	24.26	21.81	25.07	19.83	15.68	12.40
38	36.58	53.36	77.84	113.6	31.09	28.26	25.69	23.35	25.80	20.59	16.43	13.11
42	37.58	55.38	81.62	120.3	31.93	29.02	26.39	23.99	26.49	21.10	16.80	13.38
46	38.06	56.10	82.71	121.9	32.50	29.23	26.28	23.63	27.14	21.32	16.76	13.17
50	38.00	55.48	80.99	118.2	32.81	28.86	25.38	22.32	27.74	21.27	16.31	12.51
54	37.42	53.55	76.64	109.7	32.84	27.94	23.77	20.23	28.29	20.93	15.48	11.45
58	36.33	50.46	70.08	97.34	32.58	26.52	21.59	17.58	28.80	20.32	14.34	10.12
62	34.77	46.41	61.93	82.65	32.06	24.69	19.02	14.65	29.25	19.47	12.96	8.62
66	32.82	41.66	52.89	67.14	31.27	22.54	16.25	11.71	29.64	18.40	11.42	7.09
70	30.54	36.51	43.65	52.18	30.24	20.18	13.46	8.98	29.97	17.15	9.82	5.62
74	28.02	31.23	34.81	38.79	29.00	17.71	10.81	6.60	30.24	15.78	8.24	4.30
78	25.35	26.08	26.83	27.59	27.57	15.24	8.43	4.66	30.44	14.32	6.74	3.17
82	22.61	21.26	19.98	18.78	25.99	12.86	6.37	3.15	30.58	12.83	5.38	2.26
86	19.69	16.91	14.38	12.23	24.29	10.65	4.66	2.04	30.66	11.33	4.19	1.55

Tablo 2' nin devamı.

YAŞLAR												
	200				250				300			
	GÖĞÜS YÜZEYİ m <sup>2</sup> /ha.											
d <sub>1,3</sub> ( cm)	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
6	20.20	10.97	5.96	3.24	21.13	12.36	7.23	4.23	22.11	14.55	9.57	6.30
10	20.00	11.87	7.04	4.18	19.80	12.66	8.10	5.18	19.60	14.11	10.16	7.31
14	19.90	12.76	8.18	5.24	18.78	12.98	8.98	6.21	17.69	13.79	10.75	8.38
18	19.88	13.62	9.33	6.39	18.00	13.32	9.85	7.28	16.27	13.59	11.35	9.47
22	19.96	14.44	10.45	7.56	17.46	13.66	10.69	8.37	15.24	13.49	11.95	10.58
26	20.12	15.21	11.50	8.70	17.13	14.03	11.49	9.41	14.54	13.51	12.55	11.66
30	20.38	15.92	12.44	9.71	17.00	14.41	12.22	10.36	14.13	13.63	13.15	12.68
34	20.74	16.55	13.21	10.54	17.06	14.81	12.87	11.17	13.99	13.86	13.74	13.62
38	21.19	17.09	13.78	11.11	17.32	15.24	13.40	11.79	14.10	14.21	14.32	14.43
42	21.76	17.53	14.12	11.38	17.78	15.68	13.82	12.18	14.48	14.68	14.89	15.10
46	22.44	17.86	14.22	11.32	18.47	16.14	14.10	12.33	15.15	15.30	15.44	15.59
50	23.25	18.08	14.06	10.94	19.40	16.62	14.25	12.21	16.14	16.06	15.98	15.90
54	24.20	18.18	13.66	10.27	20.61	17.13	14.24	11.84	17.52	16.99	16.49	16.00
58	25.30	18.16	13.04	9.36	22.16	17.67	14.09	11.24	19.36	18.13	16.97	15.89
62	26.57	18.02	12.23	8.29	24.08	18.23	13.80	10.44	21.80	19.49	17.43	15.58
66	28.03	17.77	11.26	7.14	26.48	18.82	13.37	9.50	25.00	21.13	17.85	15.09
70	29.71	17.40	10.19	5.97	29.45	19.43	12.82	8.46	29.20	23.08	18.24	14.41
74	31.63	16.92	9.06	4.85	33.13	20.08	12.17	7.38	34.75	25.41	18.59	13.59
78	33.82	16.35	7.91	3.82	37.70	20.77	11.44	6.30	42.11	28.21	18.89	12.66
82	36.33	15.70	6.78	2.93	43.39	21.48	10.64	5.27	51.98	31.56	19.16	11.63
86	39.20	14.97	5.71	2.18	50.50	22.23	9.79	4.31	65.36	35.59	19.38	10.55

Ağaç türü, yaş, bonitet ve meşcere kuruluşu bakımından birbirinden farklı meşcereler için geçerli sayılabilecek ortak bir genel göğüs çapı- çap artımı bağıntısının kurulmasından söz edilemez. Göğüs çapı ile çap artımı arasındaki bağıntının şekli ve seyri; ağaç türü, işletme şekli, meşcere yaşı ve ağaç sınıflarına (tepe kalitesine) göre önemli derecede değişmektedir. Çap- çap artımı bağıntısının önem sırasına göre; ağaç türü, tepe kalitesi, meşcere yaşı, bonitet derecesi bakımlarından sınıflandırmak ve bu sınıfları için birer bağıntının kurulması gerektiği söylenmektedir (KALIPSIZ 1968).

Her orman serisi için yeter doğrulukta hacim tabloları, meşcere tiplerine göre göğüs çapı- çap artımı bağıntısının oluşturulması masraflı bulunuyorsa, Türkiye' deki meşcere tipleri için genel artım tabloları hazırlamak yoluna gidilmelidir. Bu amaçla örnek olmak üzere; KALIPSIZ (1968), III. bonitetteki müdahale görmemiş normal kapalı karaçam meşcerelerinden aldığı 24 örnek alan verilerine dayanılarak, yaş sınıfları için göğüs çapı- çap artımı ilişkisini grafiksel olarak göstermiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada; aynı yaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) meşcerelerinde göğüs çapı artımının meşcere yaş ve göğüs yüzeyine göre gösterdiği değişim incelenmiştir. Meşcerede göğüs çapı artımının tahminine yararlı bir regresyon modeli kurulmuştur. Göğüs çapı artımı; meşcere yaşı, bonitet, göğüs yüzeyi ve göğüs çapı ile ayrı ayrı olarak ilişkiye getirilmiştir. Karşılaştırmalara göre aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

1) Aynı yaşlı doğu kayını meşcerelerinden alınan değişik göğüs çaplarındaki bireylerde çap artımını gösteren noktaların geniş bir alana dağınık bulunmaktadır. Noktaların geniş bir alana dağılması, aynı yaştaki ağaçların çok farklı çap artımı yapmalarından ileri gelmektedir. Bireylerde göğüs çapı artımı (Σid, mm/10 yıl ), yaş ilişkisinin, sağa çarpık çan eğrisi biçiminde olduğu görülmüştür. Bu Gamma dağılımına benzemektedir.

2) Meşcere göğüs yüzeyi, göğüs çapı- çap artımı ilişkisi üzerinde ters yönde fakat doğrusal bir ilişki göstermiştir.

3) Meşcerede göğüs çapı artımının tahminine yararlı bir çoğul regresyon modeli kurulmuştur. Model periyodik çap artımını; meşcere yaşı, göğüs yüzeyi ve göğüs çapına bağlı olarak vermektedir. Model çap artımındaki değişimin yaklaşık yüzde kırk beşini ( $R^2=0.446$ ) açıklayabilmektedir.

Sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanacak alan ve amaçlar için kullanılabilir.

1) Çap artımından yararlanılarak, meşcere hacim artımının bilinmesinde; orman amenajman planlarında, meşcere tanıtımı, işletme amacının ve idare süresinin belirlenmesi, faydalanmanın planlanmasında (etanın tayini),

2) Silvikültürel müdahalenin tekniği ve şiddetinin seçimi gibi çeşitli amaçlar için hacim artımın miktarının bilinmesinde,

3) Orman amenajman planlarının objektif, doğru ve gerçeğe uygun olması, fakat bunun yanında da basit şekilde ucuz ve zamanında tamamlanmış olması beklenir. Bu sebeple, meşcerede yapılan tesbitlerin; amacı karşılayabilecek kadar doğru ve kapsamlı olması, buna karşılık mümkün olduğunca az masraf ve emekle süratle tamamlanması arzu edildiğinde,

4) İşletmenin düzenli bir şekilde yürütülmesi ancak hacim artımının bilinmesi ile rasyonel şekilde mümkün olacaktır. Orman amenajmanında faydalanmanın düzenlenmesinde, artım miktarını esas aldığından, etanın sıhhatli olarak tesbiti gereklidir. Aynı zamanda ormanda değer takdiri işleri de ormanın verimi belli olmadan yapılamamaktadır. Bu amaçla modelden elde edilen verilerden yararlanılabilir.

5) Silvikültür, ormanı yetiştirip devamlılığını ve çeşitli fonksiyonlarını yerini getirmesini sağlarken, bir yandan da yıllık odun verimini artırma yollarını aramaktadır. Bu amaçlar için uyguladığı yetiştirme ve bakım yöntemlerinin hacim artımı üzerine olan etkilerini görebilmek için, meşcerelerin gelişmesinde etkili olan kanuniyetleri bilmek istendiğinde,

6) Aynı yaşlı meşcerelerde meşcere hacim eğrisinin yaşlanma neticesinde yer değiştirmesi, yeni hacim tablolarının oluşturulmasını gerektirmekte ve bu durum hatalara yol açmaktadır (FIRAT 1973). Ülkemizde orman amenajman planlarının hazırlanmasında halen kullanılmakta olan Meyer' in Enterpolasyon yönteminin uygulanması için gerekli olan çap artımının tayininde, meşcere yaşı, göğüs yüzeyi gibi faktörleri dikkate alınmamaktadır. Tarafımızdan elde edilen istatistik modelin bu yöndeki hatayı azalabilecektir.

7) Çap- çap artım ilişkisini gösteren tabloların doğruluklarının bölgesel araştırma sonuçları ile karşılaştırılarak denetlenmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması, ormancılığımızın devamlılık ve verimlilik ilkelerinin gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlayacaktır.

Yukarıda sayılan nedenlerle tarafımızdan oluşturulan istatistik model, aynıyaşlı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) meşcerelerinde çap artımının meşcere yaş ve göğüs yüzeyine göre değişiminin belirlenmesinde güvenle kullanılabilir. Bu modelden elde edilecek verilerden değişik ormancılık uygulama alanlarındaki çeşitli amaçların gerçekleştirilmesinde yararlanılabilir.

## KAYNAKLAR

- AKALP, A.,1983: *Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu*, İ.Ü.Yayın No: 3051, O.F. Yayın No: 327, İstanbul, 169 sahife.
- CARUS, S.,1998: *Aynı Yaşlı Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 202 s. (Doktora tezi).
- CLUTTER, J.L.,1963: *Comparatible Growth and Yield Models for Loblolly Pine*, Forest Science Vol. 9, pp. 354-371.
- ERKAN, N.,1995:*Kızılçamda Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 198 s. (Doktora tezi).
- FIRAT, F.,1972: *Orman Hasılat Bilgisi*, İ.Ü. Yayın No: 1642, Orman Fakültesi Yayın No: 166, İstanbul, 191 sahife.
- FIRAT, F., 1973: *Dendrometri*, İ.Ü. Yayın No: 1800, O.F. Yayın No: 193, İstanbul, 359 s.
- GÜLEN, İ.,1965: *Karaçamda (P. nigra Arnold.) Çap Artımı ile Hacim Artımı Arasındaki Münasebetler Üzerinde Araştırmalar*, T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayın Sıra No: 419, Seri No: 9, İstanbul, 88 sahife.
- GÜNEL, H.A.,1978: *Tek Ağaç ve Meşcerede Artım ve Büyümenin Matematiksel Modelleri*, İ.Ü.Yayın No: 254, İstanbul, 141 sahife.
- KALIPSIZ, A.,1968: *Meyer Metodları ve Kritiği*, İ.Ü. Yayın No: 129, İstanbul, 71 sahife.
- KALIPSIZ, A.,1984: *Dendrometri*, İ.Ü.Yayın No:3194, O.F.Yayın No:354, İstanbul, 406 s.
- KALIPSIZ, A.,1988: *Orman Hasılat Bilgisi*, İ.Ü. Yayın No: 3516, O.F. Yayın No: 397, İstanbul, 349 sahife.



MEYER, H.A.,1942: *Methods of Forest Growth Determination. Pennsylvania.*

O.G.M.,ANKARA, 1991: *Amenajman planlarının düzenlenmesi, uygulanması, denetlenmesi ve yenilenmesi hakkındaki yönetmelik, 95 sahife + 70 s. Ek tablo.*

SARAÇOĞLU, Ö.,1988: *Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı, İstanbul, 312 s.*

WYKOOFF, W.R.-CROOKSTON, N.L.,-STAGE, A.R.,1982: *User' s Guide to the Stand Prognosis Model U.S.A Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. GTR-133, Ogden, Utah, p. 112.*