



Tek Ağaçta Çap Artımı Tahmini Üzerine Artımın Ölçüldüğü Periyot Süresi ve Meşcere Sıklığının Etkisinin İncelenmesi

Yılmaz ÇATAL^{1,*}, Ünal ELER², Serdar CARUS¹, Ramazan ÖZÇELİK¹,
Onur ALKAN¹

¹ SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

²SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü (Emekli)

*İletişim yazarı: yilmazcatal@sdu.edu.tr

Özet

Orman alanlarının yönetimi odun kaynaklarının mevcut ve gelecekteki hacmi hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Ormanlar, değişen, biyolojik sistemler olduğundan, değişik yönetim seçenekleri için büyümenin de tahmin edilmesi gereklidir. Bunlar içinde en önemlisi tek ağaçta çap-çap artımı ilişkisidir. Tek ağaçta çap-çap artımı ilişkisinin tahmininde çeşitli hata kaynakları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları meşcere içi yaş varyasyonu, bonitet, meşcere sıklığı, artımın ölçüldüğü periyot uzunluğu vb. şeklinde sıralanabilir. Çalışmamızda artımın ölçüldüğü periyot uzunluğu ve sıklık derecesine bağlı olarak çap artımı değişimi incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Burdur-Ağlasun Yöresinde 30 yaşında 10 örnek alanda 200 kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarından son 1, 3, 5, 7, 10 ve 15 yıllık çap artımları kaydedilmiştir. Çap artımları Pressler artım burgusu kullanılarak göğüs yüksekliğinden iki ölçümün ortalaması olarak alınmıştır. Yıllık halka kalınlıkları cetvel ve mikroskop ile ölçülmüştür. Periyodik çap artımları periyot sayısına bölünerek periyodik ortalama çap artımları bulundu. Çalışmada ilk olarak, artımın ölçüldüğü periyot uzunluğuna göre çap-çap artımı regresyon denklemleri eşleştirilmiş t testi ile karşılaştırılmıştır. İkinci olarak, aynı işlemler meşcere sıklık gruplarında da yapılmıştır. Sonuç olarak, ölçülen yıllık halka periyodu arttıkça çapa göre çap artımının tanımlanması daha doğru sonuç vermektedir.

Ahahtar Kelimeler: Kızılçam, Artım kalemi, Periyodik ortalama, Çap artımı

A Study on Individual Tree Radial Increment Prediction Depending on Increment Period and Stand Density

Abstract

Management of forest lands requires knowledge of current and next volume of timber resources. Because forests are dynamic, biological systems, estimates of growth for various management strategies are also required. The most important among these is relationship between diameter increment with diameter on individual tree. There are various error sources for estimation of the relationship between radial increment with diameter on individual tree. Some of them can be listed as variation of stand age, site index, stand density, period which the measured of diameter increments, etc. In our study was investigated that change in radial increment depending on period which the measured of diameter increments and stand density. To this aims, when plot installation was carried out, radial growth for the last 1, 3, 5, 7, 10 and 15 years was recorded in 200 brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) trees from the 10 plots in burdur-Ağlasun region. Radial growths were obtained as the average growth from two perpendicular measurements taken at breast hight using a Pressler increment borer. The tree ring thickness were measured with an accurate ruler and microscope. Periodic average radial increments was found when periodic radial growths were divided that increment periods. In this study

firstly, regression equations of radial increment depending on increment period were compared with paired t-test. Secondly, same operations were also conducted in the stand density group too. Consequently, diameter increment identification is more accurate with increases of annual ring periods

Keywords: *Brutian pine*, Increment core, Periodic mean, Radial increment

1. GİRİŞ

Ormanlar hiç şüphesiz yenilenebilen doğal kaynaklardan biridir. Sosyal ve kültürel açıdan optimum yarar sağlayacak biçimde planlı ve düzenli işletilmeleri gerekir. Bu nedenle ormanların çok iyi tanınması, her türlü iç ve dış ilişkilerine ait özelliklerinin ve önemlerinin kavranması gerekir (Saraçoğlu, 1988). Orman işletmelerinin ekonomik durumunun belirlenmesi, amenajman planlarının düzenlenmesi, silvikültürel müdahale seçeneklerinin oluşturulması ve orman işletmelerinde üretim planlanması açısından ormanların yıllık artımı büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle meşcerelerin bugünkü ve gelecekteki artım değerlerini dikkate almadan, orman işletmelerinin rasyonel bir şekilde planlanmasından (Firat, 1972).

Ormanlıkta, artım ve büyüme olayları ağaç ve meşcerede belirli bir zaman aralığında gerçekleşir. Bu nedenle zaman (yaş) artım olayının temel bileşeni olmaktadır (Kalıpsız, 1982). Zaman yanında, ağaç türü, meşcere orjini, yapısı, yetiştirme ortamı, geçmişte yapılmış ve günümüzde de yapılmakta silvikültürel müdahaleler artımı etkileyen diğer temel faktörlerdir (Kalıpsız, 1984). 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, 1982).

Meşcerede bulunan ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapı, ağaca ait büyüme özelliklerinin ölçülmesi ve modellenmesinde yaygın olarak kullanılmakta ve kolaylıkla ölçülebilmektedir. Meşcereden veya tek ağaçtan elde edilecek hacim artımının ve ürün çeşidinin belirlenebilmesinde, ağaç boy büyümesi ve ağaç ölümleri yanı sıra çap büyümesine ait verilerin bilinmesi gerekmektedir (Hann ve Larsen, 1991). Böylelikle, ağaç çap ve göğüs yüzeyleri modellenerek ormanın ileriye dönük hasılat tahmini ve meşcere gelişmesi ortaya koyulabilir. Değişik ağaç türleri için günümüze kadar birçok çap ve göğüs yüzeyi modelleri geliştirilmiştir (Belcher vd. 1982; Hilt 1983; Monserud ve Sterba, 1996; Cao, 2000; Lessard vd. 2001). Ağaç çap artımı ve göğüs yüzeyi artımının matematiksel olarak modellenmesi ile her iki değişkenin aynı modelle tanımlanabilirliği üzerinde tartışmalar ortaya çıkmıştır (Vanclay 2001). Değişik amaçlar için hazırlanan hasılat araştırmalarında tek ağaçtaki çap artımını ortaya koymak ve bu ilişkiyi tanımlamak için değişik değişkenler kullanılmış, çap artımları modellenmiştir (Günel, 1978; Martin ve Ek, 1984; Saraçoğlu, 1988; Carus, 1998; Mısır, 2003).

Ülkemizde tesis edilmiş ve takip edilen devamlı deneme alanları hala oluşturulmadığı için değişik ağaç türleri, bonitet, yaş ve sıklık derecesi için artımın tayininde tek seferlik ölçme işlemleri yürütülmektedir (Alemdağ, 1967). Bu sebeplerden dolayı ağaçlar üzerinden tek ölçüm ile iklimin düzensiz etkisini azaltmak için 5-10 yıllık artım kalemleri alınmakta ve bu artım kalemleri ile tek ağacın çap artımları, buradan da meşcereye ilişkin çap artımları elde edilmektedir. Meşcereye ait değerlendirmelerde tek ağaçtan alınan artım kalemleri ölçü olarak alınmakta olduğuna göre bu artım kalemlerinin yerinden ve düzgün olarak alınması sonucun güvenilirliği bakımından önemlidir.

Çalışmamızda 30 yaşında ağaçlandırma ile kurulmuş bir kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşceresi seçilerek 10 örnek alandan 200 ağaçta artım kalemi alınmıştır. Bu artım kalemi

değeri kullanılarak araştırma amacı a) çap artımının ölçüldüğü periyot uzunluğuna göre elde edilen çap artım değerleri birbirine göre nasıl değer veriyor? b) çap artım değerleri periyot uzunluğuna göre meşcere sıklığı değişimi ile nasıl bir davranış gösteriyor? sorularına cevap aranmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda bu bölüm materyal ve yöntem alt başlıklarında verilmiştir. Materyal başlığı altında kızılçam türü ve çalışma alanı ile ilgili çeşitli bilgiler verilmiştir. Yöntem bölümünde, örnek alanlarda yapılan ölçüm-tespitler ve değerlendirilmesi yöntemleri açıklanmıştır.

2.1. Materyal

Ülkemizde yayılış alanı bakımından geniş alan kaplaması, artım ve büyüme özellikleri ile ortaya koyduğu ekonomik değer dolayısıyla kızılçam ülkemizin en önemli asli orman ağacı türüdür. Bitkiler aleminin tohumlu bitkiler (Spermatophyta) bölümü, açık tohumlular (Gymnospermae) alt bölümü Coniferae sınıfı Pinaceae familyasının Pinus cinsi içerisinde yer almaktadır. Ülkemizde kızılçam en yoğun yayılışını Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya'da genellikle 0-1300 m yükseltiler arasında yaparken bazı yetişme koşullarında 1500 m'ye kadar çıkabilmektedir (Yaltırık, 1993).

Kızılçam için ölçülen örnek alanlar ağaçlandırma sahası olup, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü, Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Ağaçlandırma sahası 1975 yılında 1.5x3.0 m aralık-mesafe ile dikilmiştir. Yükselti ortalaması 1175 m ve arazi eğimi ortalaması %10'dur. İşletme şefliği kayıtlarına göre, ağaçlandırma çalışmasından sonra kızılçam sahasında ilk defa planlı silvikültürel bakım müdahalesi 1994 yılında yapılmıştır. Bu ilk silvikültürel müdahaleden sonra Aralık 2006'da aralama çalışması yapılmıştır. Çalışma alanı Akdeniz'den İç Anadolu'ya geçiş iklim zonunda olup, kızılçam doğal yayılış alanının üst sınırında yer almaktadır. Çalışma sahasının yetişme ortamı verim gücü III. bonitet (kötü) sınıfındadır.

2.2. Yöntem

Değişik sıklıkta 25x25 m=625 m² büyüklüğünde 10 örnek alan belirlenmiştir. Her örnek alanda tüm ağaçların göğüs yüksekliği çapları mm hassasiyetinde ölçülmüş, her örnek alanda 20'şer olmak üzere toplam 200 ağaçta göğüs yüksekliğinden çift yönlü artım kalemleri alınmıştır. Alınan artım kalemlerinde dış kenardan başlamak üzere 1, 3, 5, 7, 10 ve 15 yıllık halkalarının kalınlıkları ölçülmüştür. Her ağaçtan alınan iki periyodik artım değeri toplanarak periyodik çap artımları bulunmuştur. Bulunan değerler periyot sayısına bölünerek periyodik ortalama çap artımları elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler aynı ağacın çap değerleri ile eşleştirilerek, değişik periyodik ortalama çap artımları bağımlı değişken, çap ise bağımsız değişken olarak regresyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Çap artımının yaşa göre eğilimi, geniş bir varyasyon göstermektedir. Bu geniş varyasyonda, çap artımının değişik çaplardaki ağaçlardan alınmasının büyük etkisi vardır. Göğüs çapının çap artımı ile ilişkisi aynı yaşlı ormanlarda doğrusal bir ilişki göstermekte ve bu ilişki $d=f_0(t)+f_1(b)*d$ 1.30 denklem ile doğrusal bir modelle ifade edilmektedir (Kalıpsız, 1984).

Bu ilişki yardımı ile bulunan doğrunun eğimi meşcere yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genç ve normal kapalı meşcerelerde bu doğru dik bir şekilde yükselmekte, orta yaşlı meşcerelerde doğrunun eğimi azalmakta, ileri yaşlı meşcerelerde ise yaklaşık yatay bir durum göstermektedir (Kalıpsız, 1984). Hatta ileri yaşlarda kalın çaplı ağaçların büyüme

enerjilerini kaybetmeleri, ince çaplı ağaçların bünyelerinde barındırdıkları büyüme enerjilerini sonradan ortaya koymalarından dolayı çap-çap artımı ilişkisinin eğimi negatif yönde bile olabilmektedir (Kalıpsız, 1982). Göğüs çapı artımı modelinin sadece yaşa veya göğüs çapına göre kestirilmesi yeterli güvenilirlik göstermemektedir. Ayrıca bu dağılım eğrileri geniş varyasyon göstermektedirler. Bunun nedenleri ise çap artımı üzerinde çap ve yaşın yanı sıra meşcere sıklığı ve yetiştirme ortamı verim gücü gibi faktörlerin de etkili olmasıdır.

Çalışmamızın birinci amacı olan, artımının ölçüldüğü periyot uzunluğunun tahmindeki farklılığı ortaya koyabilmek için her periyot için farklı çap-çap artımı regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Elde edilen tahmin değerleri 10 yıllık periyodik ortalama çap artımı ile eşleştirilerek t-testi ile karşılaştırılmıştır. Böylece çap artımları ölçülürken kaç yıllık periyot uzunluğunda alınan değerlerin benzer ve farklı oldukları belirlenmiştir. Burada 10 yıllık periyot uzunluğu kontrol verisi olarak kabul edilmiştir.

Aynı işlemler çalışmamızın ikinci amacını oluşturan sıklık gruplarında da (normal ve sık) yapılmıştır. Bu amaçla örnek alanlar iki ayrı gruba ayrılmıştır. Bu iki grup 25 m²/ha göğüs yüzeyi ile ikiye bölünmüştür. Bu değer in altında yer alan normal, üstünde yer alan sık olarak değerlendirilmiştir. Örnek alan verileri ile elde edilen hektardaki göğüs yüzeyi değerleri Usta (1991) tarafından ortaya koyulan göğüs yüzeyi değerlerine bölünmek suretiyle sıklık dereceleri sayısal olarak ortaya koyulmuştur. Bu değer de 25 m²/ha göğüs yüzeyi için 1,1 sıklık derecesine karşılık gelmektedir. Çalışmamızda da periyodik çap artımlarının modellenmesinde sıklık değeri bağımsız değişken olarak kullanılmak üzere değerlendirilmiştir. Zira, diğer bağımsız değişkenler aynı değer almaktadır.

İstatistik Analiz

İki eşleştirilmiş değer in karşılaştırılmasında parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın önemlilik testi (eşleştirilmiş t-testi) kullanılmıştır. Bu test ile değerlerin bir birine göre farklı olup olmadığını test etmek için 10 yıllık periyodik ortalama çap artımı için değerler kontrol değişkeni olarak kullanılmış ve diğer periyodik ortalama artımlar ile tek tek karşılaştırılmıştır. İstatistik testlerde SPSS paket programı kullanılmıştır.

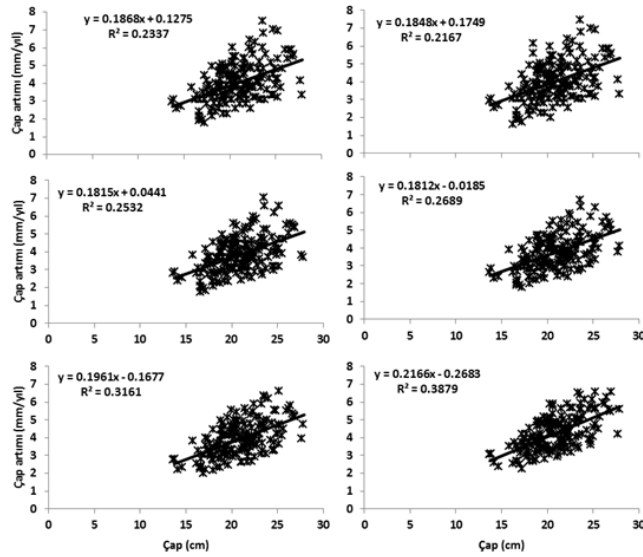
3. BULGULAR

Burdur-Ağlasun Yöresinden 30 yaşında kızılçam meşcerelerinden elde edilen 200 adet ağaca ilişkin yıllık halka kalınlıkları değişik periyot uzunluğuna göre ortalama değerleri için bazı istatistikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Alınan artım kalemlerinin elde edilen periyodik çap artımlara ait bazı istatistikler

Periyot	Minimum	Maksimum	Ortalama	Değişim Aralığı	Varyans	Standart Sapma
p ₁	1,60	7,80	4,45	6,20	1,491	1,22091
p ₃	1,73	7,47	4,04	5,73	1,193	1,09219
p ₅	1,76	7,04	3,85	5,28	1,041	1,02006
p ₇	1,77	6,69	3,78	4,91	0,976	0,98788
p ₁₀	2,02	6,60	3,94	4,58	0,972	0,98615
p ₁₅	2,24	6,59	4,26	4,35	0,969	0,98452

Örnek alanlardan alınan artım kalemlerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen periyodik ortalama çap artım değerleri ile söz konusu ağaçlara ilişkin göğüs çapı değerleri ikili koordinat sistemine ayrı ayrı işaretlenerek Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Değişik Çapa Göre Periyodik Ortalama Çap Artımlarının Değişimi (a:1, b:3, c:5, d:7, e:10:10 ve f:15 yıllık periyodik ortalama)

Şekil 1’de görüleceği gibi genel hasılat kurallarına uygun olarak göğüs çapı ile çap artımı arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. İlişkileri tanımlamada kullanılacak regresyon denklemleri ve söz konusu regresyon denklemlerine ilişkin belirtme katsayıları şekil üzerinde verilmiştir.

Ağaç üzerinde tek yıllık halka ölçüldüğü zaman çapa göre çapa artımının tanımlanması oranının %23,4’lerde kaldığı, yıllık halka sayısının arttıkça bu tanımlama oranının sırasıyla %21,7; 25,3; 26,9; 31,6 ve 38,8 olduğu görülmüştür. Yani yıllık halka ölçüm periyodu arttıkça çap artımının çapa göre tanımlanması yüzdesi artmaktadır. Buda bize çap artımını tanımlamada daha çok periyot ölçümünün yapılmasının daha doğru sonuç vereceğini göstermektedir.

Değişik periyodik ortalama artım değerleri için elde edilen regresyon denklemleri ile 10 cm çapından başlayarak 30 cm çapına kadar ayrı ayrı her çap değeri için dengelenmiş çap artımları elde edilmiştir. Çalışmamızda regresyon denklemleri için hesaplanan çap artımı değerleri eşleştirilmiş t testi ile 10 yıllık periyot için çap artımı değerleri kontrol verisi olarak değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılmaya ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

10 yıllık periyodik ortalama artımına ilişkin regresyon denklemi değeri kontrol grubu alınarak diğer periyodik ortalama çap artımları ile karşılaştırıldığı zaman Çizelge 2’den de görüleceği gibi hiçbir periyot için %99.9 güven düzeyinde benzerliğin olmadığı anlaşılmıştır. Yani her periyodik ortalama artım uygulamada kullanılan 10 yıllık periyodik ortalama artımdan farklılık göstermektedir.

Meşcere sıklığını tanımlamak üzere örnek alanlar meşcere sıklık derecesi 1,1’in altında ve üstünde olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her grupta 5 örnek alan yer almaktadır. Sıklık derecesi 1,1’den büyük olan örnek alanlar yıllık artımların belirlendiği periyot uzunluğuna göre elde edilen periyodik ortalama çap artım değerleri kullanılarak çap ile birlikte ikili koordinat sistemine işaretlenmiş ve dağılımı yansıtan doğrusal regresyon denklemleri türetilerek Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ayrı periyotlar için çap artımı değerlerinin karşılaştırılması

Eşleştirme*	Ortalama	Standart Sapma	t-değeri
p ₁₀	3,754	1,217	
p ₁	3,863	1,159	-8,672***
p ₁₀	3,754	1,217	
p ₃	3,870	1,147	-7,621***
p ₁₀	3,754	1,217	
p ₅	3,674	1,126	4,057***
p ₁₀	3,754	1,217	
p ₇	3,605	1,124	7,376***
p ₁₀	3,754	1,217	
p ₁₅	4,063	1,344	-11,147***

*p₁:1, p₃:3, p₅:5, p₇:7, p₁₀:10 ve p₁₅:15 yıllık periyodik ortalama artım

***p<0,001 güven düzeyinde önemli

Sıklık derecesi 1,1'den büyük örnek alanların değişik periyodik ortalama artım değerlerinin işaretlendiği Şekil 2'de görüleceği gibi genel hasılat kurallarına uygun olarak göğüs çapı ile çap artımı arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Yine bu ilişkiyi en iyi tanımlayan regresyon denklemi ile belirtme katsayıları şekil üzerinde verilmiştir.

Ağaç üzerinde tek yıllık halka ölçüldüğü zaman çapa göre çapa artımı ilişkisinin tanımlanması oranının %40,0'larda kaldığı, yıllık halka sayısının arttıkça bu tanımlama oranının sırasıyla %42,7; 36,9; 40,1; 42,4 ve 42,6 olduğu görülmüştür. Yani yıllık halka ölçüm periyodu arttıkça çap artımının çapa göre tanımlanması yüzdesi artmaktadır. Buda biz çap artımını tanımlamada daha çok periyot ölçümünün yapılması gerektiğini göstermektedir.

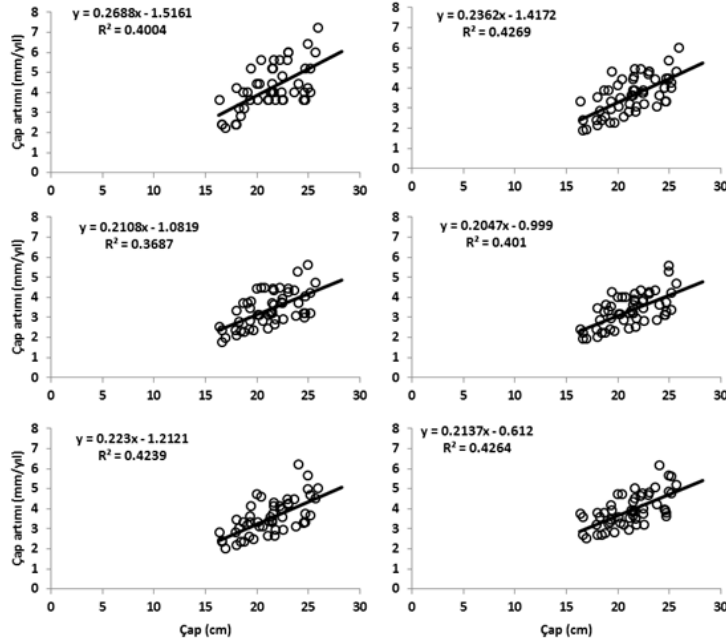
Yine sıklık derecesi 1,1'in altında olan örnek alanlar yıllık artımların belirlendiği periyot uzunluğuna göre elde edilen periyodik ortalama çap artım değerleri kullanılarak çap ile birlikte ikili koordinat sistemine işaretlenmiş ve dağılımı yansıtan doğrusal regresyon denklemleri türetilerek Şekil 3'de verilmiştir.

Aynı meşcere değerleri kullanılarak sıklık derecesi 1,1'den küçük değere sahip örnek alanların değişik periyodik ortalama artım değerlerinin işaretlendiği Şekil 3'de görüleceği gibi genel hasılat kurallarına uygun olarak göğüs çapı ile çap artımı arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Yine bu ilişkiyi en iyi tanımlayan regresyon denklemi ile belirtme katsayıları şekil üzerinde verilmiştir. Ağaç üzerinde tek yıllık halka ölçüldüğü zaman çapa göre çapa artımı ilişkisinin tanımlanması oranının %30,4'lerde kaldığı, yıllık halka sayısının arttıkça bu tanımlama oranının sırasıyla %30,7; 40,0; 43,8; 50,7 ve 61,1 olduğu görülmüştür. Yani yıllık halka ölçüm periyodu arttıkça çap artımının çapa göre tanımlanması yüzdesi artmaktadır. Buda biz çap artımını tanımlamada daha çok periyot ölçümünün yapılması gerektiğini göstermektedir.

Ayrıca, sıklık derecesi 1,1'in altında ve üstünde göğüs yüzeyine sahip meşcerelerde periyodik ortalama çap artımlarına ilişkin dengelenmiş değerler ölçüldükleri periyot uzunluğuna göre eşleştirilmiş t-testi ile karşılaştırılmışlardır. Bu karşılaştırılmaya ilişkin sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu

Çalışmamızda iki eşleştirilmiş değerlerin karşılaştırılmasında parametrik testlerden iki eş arasındaki farkın önemlilik testi ile hektardaki göğüs yüzeyine göre çap ile çap artımının değişimi incelendiği zaman her periyot uzunluğu için %99,9 güven düzeyinde 1,1 sıklık derecesinin altında ve üstünde yer alan meşcereler için büyük farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Homojen ağaçlandırıldığı düşünülen bir meşcere bile çap artımının tanımlanmasında da göğüs yüzeyi, dolayısıyla meşcere sıklığı muhakkak dikkate alınması gerekmektedir.



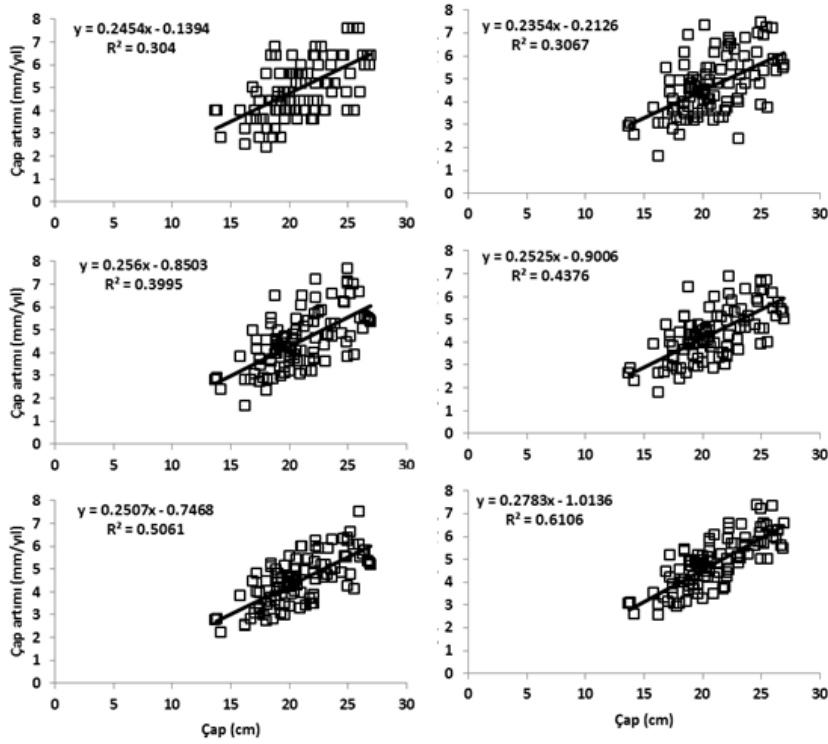
Şekil 2. Sıklık Derecesi 1,1'den Büyük Olan Örnek Alanlarda Değişik Çapa Göre Periyodik Ortalama Çap Artımlarının Değişimi (a:1, b:3, c:5, d:7, e:10:10 ve f:15 yıllık periyodik ortalama)

Tablo 3. Değişik Göğüs yüzeyi değerine göre aynı periyotlar için çap artımı değerlerinin karşılaştırılması

Eşleştirme*	Ortalama	Standart Sapma	t-değeri
p1	3,860	1,668	-28,680***
p1	4,769	1,523	
p3	3,307	1,466	-1097,299***
p3	4,495	1,461	
p5	3,134	1,308	-18,555***
p5	4,269	1,589	
p7	3,095	1,270	-16,291***
p7	4,149	1,567	
p10	3,247	1,384	-27,177***
p10	4,267	1,556	
p15	3,662	1,326	-10,180***
p15	4,552	1,727	

*p1:1, p3:3, p5:5, p7:7, p10:10 ve p15:15 yıllık periyodik ortalama artım

***p<0,001 güven düzeyinde önemli



Şekil 3. Sıklık Derecesi 1,1'den Küçük Olan Örnek Alanlarda Değişik Çapa Göre Periyodik Ortalama Çap Artımlarının Değişimi (a:1, b:3, c:5, d:7, e:10:10 ve f:15 yıllık periyodik ortalama)

4. SONUÇ

Artım ve büyümeyi etkileyen faktörleri inceleyen araştırmacılar, modelleme yapılacak birime göre tek ağacı esas alarak bazı hasılat kanuniyetlerini belirlemeye çalışmaktadır. Bu amaçla, Burdur Ağlasun Yöresinde yer alan 30 yaşındaki bir kızılçam ağaçlandırma sahasında 10 örnek alandan 200 ağaçta artım kalemleri alınarak değişik periyotlarda yapmış oldukları çap artımları belirlenmiştir. Böylece meşcerede değişken olarak yer alan sıklık derecesi ve yıllık halkanın ölçüldüğü periyot uzunluğu kullanılarak çapa göre çap artımının nasıl değiştiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Elde edilen gerçek değerler için dengelenmiş değerler genel hasılat kurallarına uygun olarak çapa göre çap artımı çapının bir fonksiyonu olarak doğrusal ilişki göstermiştir.

Çapa göre çap artımı değerleri incelendiği zaman sıklığa bağlı ve sıklıktan bağımsız olarak yıllık halkanın ölçülmesi periyodu arttıkça çapa göre çap artım ilişkisi belirtme katsayısı artmaktadır. Periyot uzunluğu çap artımı belirlenmesinde önemli bir değişken olduğu görülmektedir.

Hektardaki göğüs yüzeyine göre çap ile çap artımının değişimi incelendiği zaman eşleştirilmiş t-testine göre her periyot uzunluğu için %99,9 güven düzeyinde normal ve sık meşcereler için büyük farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sıklık derecesi ayrılarak meşcereler için daha güvenilir çap artım modelleri elde edilmektedir. Homojen ağaçlandırıldığı düşünülen bir meşcere bile çap artımının tanımlanmasında da göğüs yüzeyi, dolayısıyla meşcere sıklığı muhakkak dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alemdağ, Ş., 1967. Değişik Yönlere Ait Artım Kalemleriyle Yapılan Artım Hesaplarındaki Sıhhat Derecesi. OAE Yayınları, Teknik Bülten No 25, 19s. Ankara.
- Avery, T.E., Burkhart, H.E., 1994. Forest Measurements. McGraw-Hill Series in Forest Resources, 408p
- Belcher, D., Holdaway, M., Brand, G., 1982. A Description of STEMS, The Stand and Tree Evaluation and Modelling System. USDA Forest Service Genetic Technical Report NC-79, 18p. Portland.
- Cao, Q. V., 2000. Prediction of Individual Tree Annual Survival and Diameter Growth From Periodic Measurements. Forest Science, 46:127-131.
- Carus, S., 1998. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 359 s. İstanbul.
- Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 1541/166, 191 s. İstanbul.
- Günel, H.A., 1978. Tek Ağaç ve Meşçerede Artım ve Büyümenin Matematik Modelleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, A-(28), 1, 90-130. İstanbul.
- Hann, D.W., Larsen, D.R., 1991. Diameter Growth Equations for Fourteen Tree Species in Southwest Oregon. Oregon State University Research Bulletin No 69, 18p. Corvallis.
- Hilt, D.E., 1983. Individual Tree diameter Growth Model for Managed, Even-aged Upland Oak Stands. USDA Research Paper, NE-533, 15p.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3194/354, 349s. İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3194/354, 407s. İstanbul.
- Lessard, V.C., McRoberts, R.E., Holdaway, M.R. 2001. Diameter Growth Models Using Minnesota Forest Inventory and Analysis Data. Forest Science, 47(30):301-310.
- Martin, G.L, Ek, A.R., 1984, A Comparasion of Competition Measures and Growth Models for Predicting Plantation Red Pine Diameter and Height Growth. Forest Science, 30:731-743.
- Mısır, N., 2003. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 209s. Trabzon.
- Monserud, R.A., Sterba, H., 1996. A Basal Area Increment Model for Individual Trees Growing in Even- and Uneven-Aged Forest Stands in Austria. Forest Ecology Management, 80, 57-80.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşçerelerinde Artım ve Büyüme. OGM Yayınları, 312 s. İstanbul.
- Usta, H.Z., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. OAE Teknik Bülten No 219, 138 s. 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.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji, Gymnospermae (Açık Tohumlular). İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3443/386, 320s. İstanbul.