

Ağlasun yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında tek ağaçlarda çap artımının modellenmesi

Serdar Carus^{a,*}, Yalçın Gülden^a

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

* İletişim yazarı/Corresponding author: serdarcarus@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 30.12.2013, Kabul tarihi/Accepted: 02.09.2014

Özet: Bu çalışmada, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan yapay yolla getirilmiş ve saf kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinin çap artımının; meşcere yaşı ve sıklık derecelerine göre değişimini modelleyen regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu amaçla yaşları (Yaş=32-37) ve değişik sıklık derecelerinde (SD=0.771-1.416) periyodik ölçümler ile toplam 54 adet örnek alan alınmıştır. Geliştirilen regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hata (Se) değerleri, 0.5845 ve 0.802 mm/yıl' dır. Tek ağaçta çap artımı; meşcere yaşı ve sıklık derecesinin artması ile azalmaktadır. Bu çalışma ile geliştirilen regresyon denklemi kullanılarak, Ağlasun Orman Şefliği sınırları içerisinde yer alan benzer özelliklere sahip yapay kızılçam meşcerelerinin, çeşitli yaş ve sıklık dereceleri için tek ağaç çap artımının tahmin edilmesi mümkündür. Bu modelden yapılacak çap artımı tahminleri, değişik ormancılık bilim dalları ve çok çeşitli amaçlar gerçekleştirmek için kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Meşcere yaşı, Plantasyon, Sıklık derecesi, Göğüs yüzeyi

Modelling of diameter increment on brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Ağlasun region

Abstract: In this study, the regression equation modelling diameter increment of single tree by stand age and stand density degree was developed for stands of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) located in Ağlasun Forest Enterprise. The data were obtained from 54 sample plots with its stand age (Age=32-37) and stand density degree (SD=0.771-1.416). The coefficient of determination (R^2) standart error (Se) of this regression model are 0.5845 and 0.802 mm/year. When analyzed this model results, it is concluded that these diameter increment values are decreasing while stand age and stand density degree is increasing. With using this model, it is possible that diameter increment of single tree for various stand age and stand density degree of Brutian pine located in Ağlasun Forest Enterprise are predicted for similar stand characteristics. The diameter increment prediction obtained by this model can be utilized for forest sciences and other purposes.

Keywords: Stand age, Plantation, Stand density degree, Basal area

1. Giriş

Düzenli ormancılık işletmesi ağaç serveti ile bunun yapacağı artımın bilinmesini gerektirdiğinden, dikili ağaç serveti ve artımının tayininde yararlanılacak yöntemler araştırılmaya başlanmıştır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1982).

Orman Hasılat Bilgisinin birinci amacı, orman yöneticisine ürün ve hizmet miktarını tahmine yarayan yöntem ve araçları tanıtmaktır. Orman işletmesini planlamak ve yönetmek, gerekli kararları alabilmek için, ormanın üretim gücünün, bugünkü ve gelecekteki üretim miktarının bilinmesi gerekmektedir (Kalıpsız, 1984). Orman işletmelerinin planlanması ve yönetiminde, meşcerelerde ve bunları içine alan orman alanında meydana gelen yıllık ve periyodik meşcere hacim artımının bilinmesine gerek duyulmaktadır (Fırat, 1972; Cailliez, 1980; Odabaşı, 1981; Kalıpsız, 1982).

Ormancılıkta, artım ve büyüme olayları ağaç ve meşcere üzerinde, özellikle belirli bir zaman aralığında gerçekleşir. Bu nedenle zaman da yetiştirme ortamı verim gücü, sıklık gibi artım olayının temel bileşeni olmaktadır (Meyer, 1953; Loetsch vd., 1973; Kalıpsız, 1982; Saraçoğlu, 1988). Örneğin, tek ağaç ve meşcere hacim artımını etkileyen faktörlerden birisi de göğüs çapında meydana gelen artım

miktardır. Göğüs çapı-çap artımı ilişkisi aynı yaşlı ormanlarda doğrusal bir ilişki göstermekte Denklem 1 ile ifade edilmektedir.

$$id = a_0 + a_1 * d \quad (1)$$

Burada, id= periyodik ortalama kabuklu çap artımı (mm/yıl), d= göğüs çapı (cm) ve a_0 , a_1 regresyon katsayılarını temsil etmektedir.

Bu denklem 1 yardımıyla hesaplanan çap-çap artımı doğrusunun eğimi meşcere yaşına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genç ve normal kapalı meşcerelerde eğimi artmakta, orta yaşlı meşcerelerde eğimi azalmakta, ileri yaşlı meşcerelerde ise yaklaşık yatay bir durum göstermektedir. Bu doğrular çan eğrisinin teğetleri durumundadır. Ağaç sayısının fazla, ağaçlar arasındaki mücadelesinin kuvvetli olduğu genç meşcerelerde bireylerin çap artımları arasındaki oransal farklılık büyük bulunmakta ve çap-çap artımı doğrusu daha dik olarak yükselmektedir. Özellikle sosyal gövde sınıfı farklı olan ağaçların aynı yaşta olsalar bile çap artımları da farklı olmaktadır. Meşcere yaşı ilerledikçe alt veya ara durumdaki ağaçlar meşcereden kuruyup ayrıldığından bireyler arasındaki sosyal durum bakımından farklılık azalmakta, ağaçların artımları birbirine yakın

bulunabilmektedir (Kalıpsız 1963; Oliver ve Larson, 1996; Saraçoğlu, 1988). Bunların dikkate alınarak tek ağaç çap meşcere çap artımının tahmine yarayışlı denklemler geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizin odun hammaddesi ihtiyacının 2020 yılında 3 milyon m³ olacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2001). Orman varlığımız yaklaşık 21.7 milyon hektar olup, ülke genel toplam alanının yaklaşık %27'sine karşılık gelmektedir. Ülkemizde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yaklaşık 5.9 milyon hektar yayılış alanı ile tür olarak ilk sırayı almaktadır (Anonim, 2006). Bununla birlikte, 270 milyon m³ servet ve 7.95 milyon m³ yıllık artım ile Anadolu karaçamından [*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] sonra ikinci sırayı alan kızılçam, ayrıca 262 bin hektar gençleştirme alanı ve 3.4 milyon m³ yıllık ortalama etasıyla da ilk sırayı almaktadır İğne yapraklı ormanlar içerisinde %42'lik payıyla ilk sırayı kızılçam almakta ve ülke ormancılığımız için büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2006).

Ağaç türü, yetişme ortamı verim gücü ve bakım müdahaleleri birbiriyle en iyi uyumu sağladığı zaman birim alandan en yüksek düzeyde ürün alınabilir. Ayrıca, silvikültürel müdahaleleri yönlendirmek, aralamaların zaman ve şiddetini belirlemek, bakımından da meşcerelerin silvikültür- artım ilişkilerinin bilinmesine ihtiyaç vardır (Bozkuş ve Carus, 1998; Çatal, 2009).

Usta (1996), Batı Akdeniz yöresindeki kızılçam ağaçlandırmalarında aralama müdahalelerinin artım ve büyümeye etkisini yaşa ve boniteye göre incelemiştir. Mutedil aralamada göğüs yüzeyinin %15-20'si ve kuvvetli aralamada da göğüs yüzeyinin %35-40'ı oranında alanlardan çıkartmıştır Kontrol parsellerinde hiç bir işlem yapılmamıştır. Aralama şiddetinin etkisini, beş yılın sonunda yaptığı ölçmeler ile belirlemiş ve çap artımı üzerinde olumlu etki yaptığını ve meşcere göğüs yüzeyi artımı yönünden ise işlemler arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmiştir.

Bilimsel çalışmalar için yapılan bakım çalışmalarında normal kuruluşu ve daha verimli meşcereler elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak aralamalarda yapılacak hatalı uygulamalar, ormancılık çalışmalarının uzun süreli olması nedeniyle, ileride telafisi mümkün olmayan tablolara ve o oranda ekonomik kayıplara da neden olabilmektedir. Meşcerede aralamaların hangi şiddette olacağı en uygun olarak nasıl yapılacağı, ayrıntılı biçimde ortaya koyulması gerekmektedir. Ayrıca şiddetli aralamalar gövde kalitesi üzerine negatif etkiye bulunmakla birlikte (Makinen ve Isomaki, 2004), ürün miktarı da azalmaya neden olabilmektedir. Ormancılıkta birçok araştırma ile aralama kesimlerinin artım ve büyüme üzerindeki etkisi modellenmiştir (Hibbs ve Bently, 1984; Piennar ve Shiver, 1984; Whyte ve Wollons, 1990).

Bu çalışmada, Ağlasun (Burdur) yöresi kızılçam ağaçlandırmalarında çap artımının; meşcere yaşı ve sıklık derecesine bağlı olarak gösterdiği değişim izlenmesi amaçlanmıştır. Değişik şiddette aralama müdahalesi görmüş Ağlasun yöresi yapay kızılçam meşcerelerinde 2006 yılı Aralık ayında örnek alanlar oluşturulmuş ve aralama çalışmasını takip eden üç yıl vejetasyon dönemi sonrasında (2007, 2010 ve 2012 yılları) örnek alanlar ölçülmüştür. Söz konusu meşcerelerde örnek alanların yerleri aralama müdahalelerinin uygulandığı zaman diliminde belirlenmiş ve gerekli ölçüm ve işaretlemeler yapılmıştır. Böylelikle,

örnek alanlardan alınan artım kalemleri ile tek ağaç çap artımı değerleri karşılaştırılabilecek konuma getirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmamızda bu bölüm materyal ve yöntem alt başlıklarında verilmiştir. Materyal başlığı altında çalışma alanı özellikleri tanıtılmıştır. Yöntem bölümünde, örnek alanlarda yapılan ölçüm- tespitler, verilerin sınıflandırılması ve değerlendirilmesi yöntemler açıklanmıştır.

2.1. Materyal

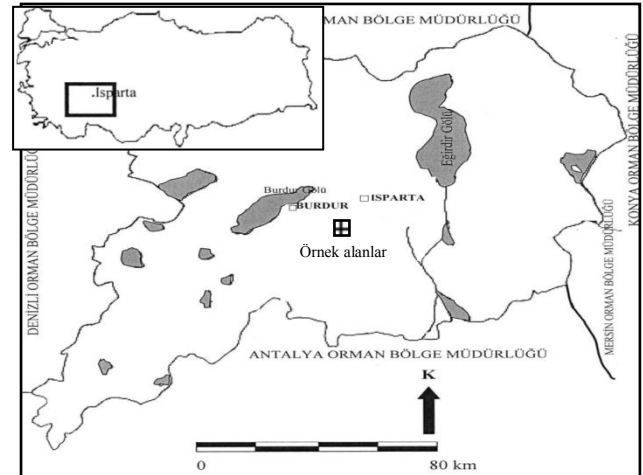
Çalışmamız materyalinin alındığı ağaçlandırma sahası, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Burdur Orman İşletme Müdürlüğü, Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Alan 1975 yılında 3.0 m x 1.5 m aralık mesafe ile toplam 600 ha büyüklükte ağaçlandırılmıştır. Çalışmamızda örnek alanlar 2006 yılı Aralık ayında 25m x 25m =625m² büyüklüğünde tesis edilmiştir (Şekil 1). Kızılçam meşcerelerinden 16 parselden 3 kez ölçüm ile toplam 48 adet örnek alan ve 2012 yılında da mevcut parsel kenarlarından aynı büyüklükte 6 adet ek örnek alınarak toplam 54 adet örnek alana ulaşılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek alanlarda yapılan ölçüm ve tespitler

Çalışmanın yapıldığı alanlarda örnek alanların sahalılarının homojen kapalılıkta olmasına özen gösterilmiştir. Orman hasılat çalışmalarında elde edilen verilerin güvenilirliği, örnek alanların büyüklüğü ile yakından ilişkilidir. Meşcerede örnek alanın büyüklüğü kararlaştırılırken örnek alanın meşcerenin özelliklerini yansıtması gerekir. Çalışmamızda örnek alanlar kare şeklinde her biri 625 m² büyüklüktedir.

Örnek alanlardaki göğüs yüksekliği çapı 4 cm ve daha fazla olan tüm bireylerin göğüs çapları ölçülmüştür. Örnek alanların her birinde farklı çap basamaklarından 10-20 ağaçta göğüs yüksekliğinde Pressler artım burgusu yardımıyla son 10 yıllık halka kalınlıkları mm duyarlılığında kabuklu olarak ölçülmüştür. Eksantrik büyüme ve yıllık halka ölçümünde meydana gelebilecek hatayı önlemek için artım kalemleri birbirine dik iki yönde alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının yeri

Artım kaleminin, gövde eksenine dik olarak alınmasına ve özden geçen bir doğrusal üzerinde olmasına dikkat edilmiştir.

Örnek alanlarda bonitet sınıfının bulunması için, değişik çaplardan 15-20 adet ağacın boyu ölçülmüştür. Örnek alanda ağaçların toprak seviyesi ile tepe uç tomurcuğu arasındaki mesafe boy ölçer ile 0.1 m hassasiyetle ortaya koyulmuştur.

Örnek alanlar ağaçlandırma sahası içerisinde olduğu için seçilen 3-5 sayıda örnek ağacın dip kısmından artım burgusu ile kütük yaşı elde edilmiştir. Ağaç yaşı için bulunan yaşa o yüksekliğe ulaşma süresi ilave edilmiştir.

Örnek alanların her birinde önce örnek alanın daha sonra da hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak ta hektardaki meşcere göğüs yüzeyleri elde edilmiştir. Artım kalemleri 0.1 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Çap-boy, çap-çap artımı vb. değişkenler arasındaki ilişkiler, istatistik bir fonksiyon olarak düşünülmüştür.

2.2.2. Yapılan ölçme ve tespitlerin değerlendirilmesi

Çalışmamızda örnek alanlardan elde edilen veriler sınıflandırma ve hesaplamalardan sonra hasılat araştırması için uygun veriler haline gelebilecektir. Örnek ağaçlardan elde edilen veriler yapılacak istatistikler ve modellemelerde kullanılmak üzere bazı işlemlerden ve değerlendirmelere konu edilmiştir. Örnek alanlardaki hacim ve hacim elemanlarının hektar değerleri olarak verilmesi için bütün örnek alanların büyüklüğü 625m² olduğu için hektara çevirme katsayısı (HÇK) 16'dır.

2.2.3. Örnek alanların orta yaşının belirlenmesi

Çalışma sahalarımız ağaçlandırma sahası olması dolayısıyla meşcerede yaş varyasyonunun fazla olmadığı düşüncesi ile her örnek alandan 2-3 adet yaş alınmıştır. Örnek alanlarının orta yaşı 32-37 arasında değişmektedir.

2.2.4. Göğüs yüzeylerinin belirlenmesi

Her örnek alanda ölçülen ağaçların göğüs yüzeyleri daire alanı biçiminde hesaplanmıştır (Denklem 2). Örnek alandaki tüm ağaçların göğüs yüzeyleri toplanmış ve daha sonra hektara çevirme katsayısı ile çarpıldıktan sonra meşcere göğüs yüzeyi m²/ha cinsinden bulunmuştur (Denklem 3).

$$g_i = \frac{1}{10000} * \frac{\pi}{4} * d_i^2 \quad (2)$$

$$G = \left(\sum_i^n g_i \right) * HÇK \quad (3)$$

Burada, g_i=i'nci ağacın göğüs yüzeyi (m²), d= i'nci ağacın göğüs çapı (cm), π=pi sayısı (3.14159), G=meşcere göğüs yüzeyi (m²/ha), HÇK=hektara çevirme katsayısı ve n=örnek alan ağaç sayısını temsil etmektedir.

Örnek alanlarda meşcere göğüs yüzeyi 17.086 ile 34.204 m²/ha arasında değişmekte ve ortalama 26.370 m²/ha'dır.

2.2.5. Sıklık derecelerinin belirlenmesi

Örnek alanların meşcere sıklık dereceleri, Usta (1991) tarafından değişik potansiyel büyüme alanlarına (pba=4.5 m²) göre yapay kızılçam meşcereleri için hazırladığı hasılat tablosu yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla, meşcere orta çapı tahmininde kullandığı G= f(t, pba, BE) fonksiyonunda örnek alanların hesaplanan meşcere yaşı, 4.5 m² ve bonitet endeksleri değerleri yerine konularak, normal sıklıktaki ve 1 ha alan için tahmini göğüs yüzeyleri hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alanların göğüs yüzeyi değeri, normal sıklıktaki tablo meşcere göğüs yüzeyi değerine bölünerek örnek alanın sıklık derecesi bulunmuştur. Örnek alanlarda meşcere sıklık derecesi 0.771 ile 1.416 arasında değişmekte ve ortalama 1.101'dir.

2.2.6. Bonitet endekslerinin belirlenmesi

Hasılat araştırmalarında yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesinde silvikültürel müdahaleden en az etkilenen meşcere üst boyu tercih edilmektedir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984). Meşcere üst boyu, hektarda 100 ağaç hesabı ile her örnek alandan alınan galip ve ortak galip 6 ağacın ortalama boyu üst boy olarak alınmıştır. Örnek alanlarda üst boy 7.98 ile 13.43 m arasında değişmekte ve ortalama 10.23 m dir. Meşcere bonitet endeksleri, örnek alanların her birisinde yapılan yaş ve üst boy ölçümlerine göre Usta (1991) tarafından hazırlanmış bonitet endeks tablosu yardımıyla hesaplanmıştır. Örnek alanlarda bonitet endeksi 7.48 ile 11.66m arasında değişmekte ve ortalama 9.13 m'dir.

2.2.7. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analizi

Örnek alanlardan elde edilen ölçümler ve saptanan veriler SPSS For Windows Ver. 17.0 bilgisayar istatistik paket programı ve Microsoft Office Excel 2007 programından yararlanılarak bilgisayar ortamında veri kütükleri halinde ayrı ayrı işlenerek değerlendirilmiştir. Regresyon katsayılarının ve diğer model istatistiklerinin belirlenmesinde en küçük kareler yöntemini esas alan SPSS istatistik paket programının Enter yöntemi kullanılmıştır. Denklemlerin verilere uygunluğu varyans analizinden yararlanarak F-testi ile denetlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışmamızda, Burdur-Ağlasun yöresindeki yapay kızılçam meşcerelerinde periyodik ortalama çap artımı (mm/yıl) üzerinde meşcere yaşı ve sıklık derecesinin etkisini ortaya koyulması için toplam 785 adet ağaçta artım burgusuyla artım kalemi alınmış ve bu kalemler üzerinden kabuklu son 10 yıllık halkanın kalınlığı mm duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen son 10 yıllık halka kalınlığının periyodik ortalaması alınmış ve bu değer artım kaleminin alındığı ağacın göğüs çapı değerine karşılık gelecek şekilde grafik üzerinde noktalanarak değişimi incelenmiştir. Şekil 2 üzerinde verilen doğrusal denklemin katsayıları istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

Bütün örnek alanların bonitet sınıfı III olup, sınıfın yapay kızılçam meşcerelerinde bonitet endeks sınırları 7.5-12.5m arasındadır (Usta, 1991).

Çizelge 1'de örnek alanların alındığı meşcerelere ilişkin çeşitli istatistikler verilmiştir.

Çap artımı; çap, yaş ve sıklık faktörlerine bağlı olarak değişir. Yani çap artımı, $id = f(d, T, SD)$ bir fonksiyona uygun düşmektedir. Çalışmamızda, Babayiğit (2005) tarafından geliştirilen denklem verilere uygun bulunmuştur (Denklem 4).

$$id = a_0 + a_1 * \left(\frac{1}{SD}\right) + a_2 * \left(\frac{T}{SD}\right) + a_3 * \left(\frac{T^2}{SD}\right) + a_4 * (d) + a_5 * (d * T) + a_6 * (d * T^2) \quad (4)$$

Burada, id =kabuklu periyodik ortalama çap artımı (mm/yıl), SD = meşcere sıklık derecesi (0-1.4), T =meşcere yaşı (yıl) ve d = ağacın göğüs çapını (cm) temsil etmektedir.

Bu denklemin örnek alanlardan alınan 785 adet çap ve çap artımı değerleri SPSS ortamında bu modele uygulanarak regresyon analizi yapılmış ve bu analiz sonucunda elde edilen Denklem 5 katsayıları ile birlikte verilmiştir.

$$id = -2.188144 + 1.431915 * \left(\frac{1}{SD}\right) + 0.288712 * \left(\frac{T}{SD}\right) - 0.007836 * \left(\frac{T^2}{SD}\right) + 7.001621 * (d) - 0.400954 * (d * T) + 0.005923 * (d * T^2) \quad (5)$$

Denklemin belirtme katsayısı (R^2) ve standart hatası (Se) sırasıyla 0.5845 ve 0.802 mm/yıl dır. Denklemin verilere uyum sağladığı da F testi ile belirlenmiş ve $F_{hesap}=121.400$ ($p<0.001$) bulunmuştur. Denklemin regresyon katsayıları da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

3.1. Çap artımının sıklığa göre değişimi

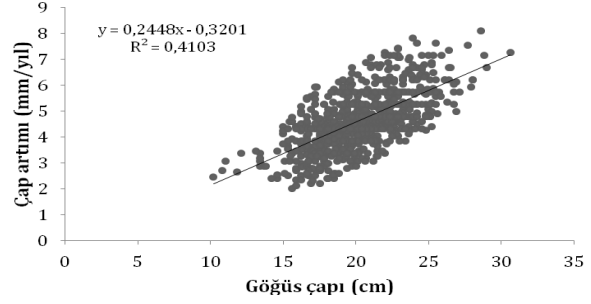
Denklem 5'te bağımsız yaş değişkenini sabitleyip, bağımsız sıklık değişkenine sırasıyla 1.0-1.2-1.4 değerlerini yazıp, bunu 32 ve 37 yaş basamakları için ayrı ayrı uygulayarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3'te sabit olan yaşın 32 (en küçük yaştaki örnek alan) ve sıklığın ise giderek artan değerler alması sonucunda çap- çap artımı doğrularının eğiminin azaldığı görülmektedir.

Sıklık, çap artımı üzerinde bir etki yapmıştır. Çap artımı doğrularının eğimi ve sabitleri birbirinden farklıdır (Çizelge 2). Genç yaşta artan sıklık çap artımı değerini gittikçe düşürmektedir (Şekil 4).

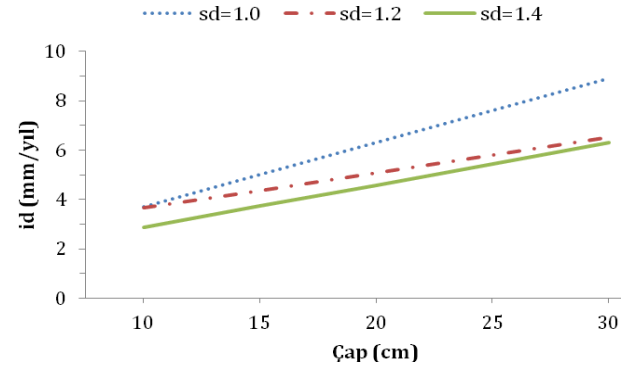
Denklem 5'te bağımsız yaş değişkeni olan yaş 37 aldığımızda ve aynı sıklık değerlerini denklemde yerine yazdığımızda çap-çap artımı doğrularının eğimleri (a_1) 32. yaştaki değerlerine göre az da olsa azalmaktadır. 32. yaşta çap artımı doğrusunun ortalama eğim 0.1917'ken (Çizelge 2) bu değer 37. yaşta ortalama 0.0860'a (Çizelge 3) düşmüştür.

37. yaşta değişen sıklık, artım doğrularını aynı paralelliğe doğru götürmeye başlamıştır (Şekil 4).

Değişen sıklığın sabit yaş basamakları üzerinde çap artımına etkisini kısaca özetlemek gerekirse; genç yaştaki meşcerelerde sıklık etkili olmakla birlikte bu etki meşcere yaşına orantılı olarak azalmaktadır.



Şekil 2. Örnek alanlardan alınan çap ve çap artımı ölçülerinin noktasal dağılımı



Şekil 3. Sabit yaş (T=32) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğruları

Çizelge 1. Meşcere hacim elemanlarına ait bazı istatistikler (n=54)

Değişken	Minimum	Maksimum	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Yüzdesi
Meşcere yaşı (yıl)	32	37	35	2.091	5.97
Üst boy (m)	7.98	13.43	10.23	1.061	10.37
Orta çap (cm)	17.975	23.390	20.511	1.265	6.17
Ağaç Sayısı (ad/ha)	448	1136	806	137.608	17.07
Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	17.086	34.204	26.370	3.552	13.47
Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	57.907	163.622	107.109	17.975	16.78
Bonitet Endeksi (m)	7.48	11.66	9.13	0.804	8.81
Sıklık Derecesi	0.771	1.416	1.101	0.160	14.53

Çizelge 2. Sabit yaş (T=32) ve değişen sıklığa göre çap- çap artımı doğrusunun parametreleri

T (yaş)	SD (sıklık)	a ₀	a ₁
32	1.0	1.078	0.261
32	1.2	2.223	0.143
32	1.4	1.156	0.171

Çizelge 3. Sabit yaş (T=37) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğrusunun parametreleri

T (yaş)	SD (sıklık)	a ₀	a ₁
37	1.0	2.070	0.161
37	1.2	4.182	0.062
37	1.4	4.901	0.035

3.2. Çap artımının yaşa göre değişimi

Çap artımının sabit sıklıkta yaşa bağlı değişimini incelemek için bu sefer de Denklem 5' te bağımsız değişkenlerden biri olan sıklığın 1.0 ve 1.4 sabit değerleri alınmıştır. Bir diğer bağımsız değişken olan yaşı da 32 ve 37 aynı denklemden değişen değerler olarak yerine yazılacak olursa aşağıdaki sonuçların elde edildiği görülür.

1.0 sabit sıklığı için değişen yaş basamaklarında çap artımı doğrularının eğimi açıkça değiştiği görülmektedir (Şekil 5).

1.4 sıklık derecesinde yaşlara göre değişen çap artımının doğrularının eğimi azalmıştır (Şekil 6).

0.5 sıklıkta doğrunun eğimi (a_1) yaşın artmasıyla birlikte düşüş göstermektedir (Çizelge 4). Bu eğim 37 yaşında 0.161'e düşmüştür.

Çap artımının sabit sıklıkta yaşa bağlı değişimini incelemek için bu sefer de Denklem 5'te bağımsız değişkenlerden biri olan sıklığın 1.4 sabit değerleri alınmıştır. Diğer bir bağımsız değişken olan yaşı da 32 ve 37 olarak aynı denklemden yazılacak olursa Çizelge 5'teki sonuçlar elde edilir.

5. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Ağlasun Orman Şefliği sınırları içerisinde yer alan yapay yolla getirilmiş, saf ve aynı yaşlı kızılçam meşcerelerinin tek ağaçta çap artımının, meşcere yaşı ve sıklık derecelerine göre gösterdiği değişim incelenmiş ve bir regresyon denklemi geliştirilmiştir. Denklem, çap artımındaki değişkenliğin yaklaşık olarak %58'i meşcere yaşı ve meşcere sıklık derecesi değişkenleri birlikte açıklamaktadır. Geriye kalan %42'lik açıklanamayan kısım ise, modelde yer alamayan ve kontrol edilemeyen diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır. İncelenen kızılçam türünün doğal yayılış alanının yükselti bakımından üst sınırında yer alması, meşcerenin kötü bonitete sahip olması, orijin, yörenin uzun yıllar tarım arazisi olarak kullanımı, yatay anakaya biçimi vb. etkenlerden kaynaklanan çap artımındaki değişimi açıklamada hatayı arttırmıştır.

Çalışmamızda, incelenen yapay kızılçam meşcerelerinde çap-çap artımı ilişkisinin yaşa ve sıklığa göre değiştiği grafik analizlerde açık bir şekilde görülmüştür. Sabit yaş ve değişen sıklıkta çap artımı doğrularının eğimleri azalmıştır. Aynı şekilde meşcere sıklığının sabit tutulup değişen yaşta da bu çap artım doğrularının eğimleri yine azalmıştır.

Değişen yaşın sabit sıklık derecelerinde çap artımına etkisini kısaca özetlemek gerekirse; 1.0 ve 1.4 sıklık derecelerinin 32 ve 37 yaş basamağında çap- çap artımı doğruları kısmen birbirine benzemektedir. Bu sıklık derecelerinde çap artımı doğrularının eğimleri genç yaşlarda artarken ileri yaşlarda düşüş göstermiştir.

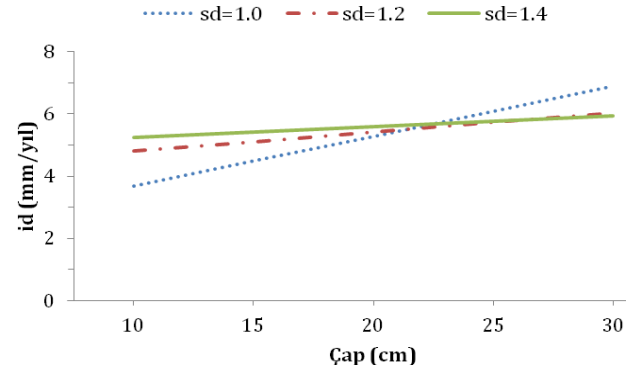
Carus (1998), Babayiğit (2005) ve Ercanlı vd. (2007) tarafından sırasıyla Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde yapılan hasılat çalışmalarında da tespit edilmiş ve çalışmamızdaki gibi meşcerenin yaşı ilerledikçe çap- çap artımı doğrusunun eğiminin azaldığı belirtilmiştir.

Çizelge 4. Sabit sıklık derecesi (SD=1.0) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğrusunun parametreleri

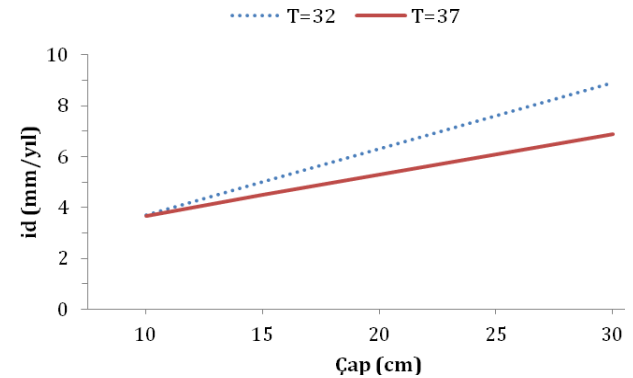
SD (sıklık)	T (yaş)	a_0	a_1
1.0	32	1.078	0.261
1.0	37	2.070	0.161

Çizelge 5. Sabit sıklık derecesi (SD=1.4) ve değişen yaşlara göre çap- çap artımı doğrusunun parametreleri

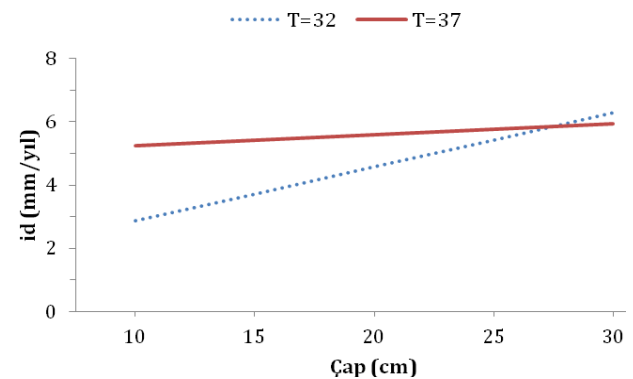
SD (sıklık)	T (yaş)	a_0	a_1
1.4	32	1.156	0.171
1.4	37	4.901	0.035



Şekil 4. Sabit yaş (T=37) ve değişen sıklığa göre çap-çap artımı doğruları



Şekil 5. Sabit sıklık (SD=1.0) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğruları



Şekil 6. Sabit sıklık (SD=1.4) ve değişen yaşlara göre çap-çap artımı doğruları

Çap artımının, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimini modelleyen regresyon denklemine ilişkin sonuçlara göre, çap artımı meşcere yaşı ile azalmakta, bununla birlikte sıklık derecesi ile artmaktadır. Geliştirdiğimiz regresyon denkleminde, çap artımının yaş arttıkça azalması, meşcereyi 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, 1984). Meşcere sıklık derecesinin artması, yetiştirme ortamından daha fazla ağacın yararlanması nedeniyle, tek ağaçlarda çap artımının azalmasına neden olmaktadır. Denklem verdiği sonuçlar yöredeki orman amenajmanı ve silvikültür amaçlı uygulamalarda ve çeşitli amaçları gerçekleştirmek için kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler, SDÜ-Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan BAP-3366-YL1-12 nolu "Ağlasun Yöresindeki Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Sıklık- Hacim Artımı İlişkisinin Modellenmesi" proje çalışmasında elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 100s, Ankara.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. 160s, Ankara.
- Babayiğit, S., 2005. Denizli-Tavas Yöresi Ardıç Meşcerelerinin (*Juniperus excelsa* Bieb.) Kuruluşu ve Hasılat Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, İstanbul.
- Bozkuş, H.F., Carus, S., 1998. Toros Göknaının (*Abies cilicica* Carr.) Saf ve Sedir (*Cedrus libani* Link.) ile Karışık Meşcerelerinde Artım-Silvikültür İlişkileri. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu. 23 Ekim, s.387-396, İstanbul.
- Cailliez, F., 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. Food and Agriculture Organization of Forestry Papers, 22p, Rome.
- Carus, S., 1998. Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 359 s, İstanbul.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme.

- Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281 s, Isparta.
- Ercanlı, İ., Sivrikaya, F., Keleş, S., Günlü, A., 2007. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Hacim Artımının Meşcere Yaşı, Bonitet Endeksi ve Sıklık Derecesine Göre Değişimi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, (1):24-37.
- Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 191 s, İstanbul.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 359 s, İstanbul.
- Hibbs, D.E., W.R. Bently, 1984. A Growth Model for Red Oak in New England. Canadian Journal of Forest Research, 14, 250-254.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 141s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 349 s, İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 407 s, İstanbul.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K., E., 1973. Forest Inventory. Volume 2. BLV Verlagsgesellschaft, 469p, München Bern Wien.
- Makinen H., Isomaki A., 2004. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. Forestry, 77: 349-364.
- Meyer, H.A., 1953. Forest Mensuration. Penns Valley Publishers Inc., State College, 357 p, Pennsylvania.
- Odabaşı, T., 1981. Korudağı Kızılcım Plantasyonlarında Meşcere Bakımı Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 31(1):75-104.
- Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. Forest Stand Dynamics. John Wiley and Sons Publications, 520p, New York.
- Pienaar, L.V., Shiver, B.D., 1984. An Analysis and Models of Basal Area Growth in 45-Year-Old Unthinned and Thinned Slash Pine Plantation Plots. Forest Science, 30:933-942.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknaır Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 312 s, Ankara.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılcım Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 138s, Ankara.
- Usta, H.Z., 1996. Batı Akdeniz Bölgesindeki Kızılcım Kültür Ormanlarında İlk Aralamaların Artım ve Büyümeye Etkisi (5 Yıllık Sonuçlar). T.C. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 34s, Antalya.
- Whyte, A.G.D., Wollons, R.C., 1990. Modelling Stand Growth of Radiata Pine Thinned to Varying Densities. Canadian Journal of Forest Research, 20:1069-1076.