

## Göller Yöresinde yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri ağaç türleri için çap-boy modeli

Yılmaz Çatal

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

İletişim yazarı/Corresponding author: yilmazcatal@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 13.03.2012, Kabul tarihi/Accepted: 31.07.2012

**Özet:** Ağaç boyu, bonitet endeksi ve hacim belirlemede önemli bir meşcere parametresidir. Göğüs yüksekliği çapı ile ağaç boyu arasındaki ilişkiyi tanımlayan denklemler kullanılarak yalnız göğüs yüksekliğindeki çap ölçülerek ortalama ağaç boyu tahmin edilebilmektedir. Bu çalışma ile de Göller Yöresinde ağaçlandırma yolu ile getirilmiş Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) meşcereleri için göğüs yüksekliği çapı ile ağaç boyu arasındaki ilişkinin tanımlanması amaçlanmıştır. Göller Yöresinde yapay olarak oluşturulmuş meşcerelerden elde edilen veriler kullanılarak söz konusu üç ağaç türü için oluşturulan çap-boy denklemi sunulmuştur. Monserud (1975)'in denklemi göğüs yüksekliği çapına göre ağaç boyunu tanımlama da esnek bir model olduğu için kullanılmıştır. Denklemin katsayılarının belirlenmesinde doğrusal olmayan regresyon yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar Göller Yöresinde Yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri ağaç türleri için bilinmeyen ağaç boyunu göğüs yüksekliği çapına göre belirlemede yeterli bulunmuştur. Söz konusu denklem, belirtilen ağaç türleri için orman envanterinde ağaç boyunu kolaylıkla belirlemede kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

**Keywords:** Çap-boy denklemi, Allometrik denklem, Doğrusal olmayan model, Göller yöresi

## Height-diameter model for black locust, Anatolian black pine and Taurus cedar tree species in Lakes Region

**Abstract:** The height of a tree is important for assessing tree volume and site index. Diameter of breast height-tree height relation equations are often used to predict the mean tree height for trees in case only diameter at breast height is measured. This study aim describes between the tree heights with diameter of breast height relationships for artificially grown black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A.Rich.) in Lakes Region. It's presented a set of height-diameter equations for four tree species using data obtained from artificially grown stands in Lakes Region. Monserud's (1975) equation is used because of this equation is a flexible form that readily fits many height-diameter datasets. Nonlinear regression techniques were used to test the equation. The resulting equations provide a reasonable means of predicting unknown tree heights, given diameter of breast height, for Black locust, Anatolian black pine and Taurus cedar tree species in Isparta and Burdur Regions. This height-diameter equation can be used to avoid time-consuming task of measuring heights of all individual trees in inventory for this species.

**Keywords:** Height-diameter equation, Allometric equation, Non-linear model, Lakes region

### 1. Giriş

Göller yöresi ülkemizin ormanlık alanı ve tür çeşitliği bakımından zengin olduğu bir yöredir. Bunun yanı sıra yörede bozuk olarak nitelendirilen, üzerinde yeterli sayı ve nitelikte ağaç bulunmayan alanlarda ve orman ağaçlarının bulunmadığı çalı ve maki bitki örtüsü ile kaplı olup, mülkiyeti orman olan yerlerde değişik dönemlerle ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Yörede bozuk nitelikte alanlar Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) ağaç türleri ile ağaçlandırılarak verimli orman alanlarına çevrilmiş ve bu türler ile ağaçlandırma çalışmaları da devam etmektedir.

Bu tür alanlarda yeni bir orman rejimi oluşturulmakta olup, söz konusu ağaç türleri için ağaçlandırma sahalarındaki hasılat özelliklerini tahmin edici çalışma yeterince yoktur. Çünkü doğal meşcerelerdeki ağaç büyüme özelliklerinin ağaçlandırma sahaları içinde geçerliliğinin düşünülmesi mümkün değildir. Keza, ağaçlandırma

sahalarında toprak işleme, uygun orjinli fidan kullanımı, belirli bir sıklıkta yetiştirilmeleri ve yeterli kültürel bakım çalışmasından dolayı doğal meşcerelerine göre farklı büyüme özellikleri göstermektedir. Bu yüzden ağaçlandırma ile elde edilmiş meşcerelerde uygulanacak planlı ormancılık çalışmalarında ağaçların artım ve büyüme özelliklerinin doğru olarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Doğru tanımlanan hasılat öğeleri ile türler için hazırlanacak hasılat çalışmaları ve simülasyon modelleri için altlık oluşturulabilmektedir.

Genel olarak; i) ormancılık çalışmalarında zaman gerektirmesinden, ii) ölçüm tekniklerinin düzgün olarak uygulanması durumunda hata yapılmasından, iii) ölçüm sırasında sık olan meşcerede ağacın tepe ve dip kısmının yeterince görülememesinden, iv) boy ölçer aletinin orman işletmelerinde bulunmamasından dolayı boy ölçümü yaygın olarak yapılamamaktadır. Bundan dolayı ağaç hacim hesaplarında çift girişli ağaç hacim tabloları yerine tek girişli ağaç hacim tabloları ile ağaçlar hacimlendirilmektedir. Ancak ağaç boylarının bilinmesi ile

hacim hesaplarında tek girişli ağaç hacim tablosunun yerine çift girişli ağaç hacim tabloları kullanılarak hacim hesabındaki hata payı düşürülebilmektedir. Ormancılık çalışmalarında da tek girişli ağaç hacim tablosu yerine çift girişli ağaç hacim tablosunun kullanılması önerilmektedir (Kalıpsız, 1984).

Ağaç çapı ormancılıkta ağacın en kolay ölçülen parametresidir. Böylece ölçümü kolay bu değişken kullanılarak ağaçlara ait ölçümü zor diğer değişkenler tahmin edilmektedir (Kalıpsız, 1984; Eler, 2003). Meşcerenin büyümesini belirlemede kullanılan bir çok simülasyon programında ormanın düşey yapısını ortaya koyma ve ağaçların hacmini belirlemede boy tahmini yapılmaktadır (Wykoff vd., 1982; Larsen ve Hann, 1987; Ritchie ve Hann, 1986; Larsen, 1994; Carus, 1998; Temesgen vd., 2007; Çatal, 2009). Göğüs yüksekliği çapı ile boy arasındaki ilişki denklemleri ile ağaçların bir noktada veya periyotta büyüme durumları ortaya koyulabilmektedir (Garcia, 1974). Ayrıca çap-boy denklemleri bir yöre veya meşcerede hacim miktarını belirlemede ağaç boyunu belirlemek için yol gösterici olmaktadır (Larsen ve Hann, 1987; Wang ve Hann 1988, Huang vd., 1992).

Ormancılığın ana kapitali olan ağaç hacmi gerçeğe yakın olarak ağaç çapı ve boyunun bilinmesi ile elde edilmektedir. Değişik türler ve yöreler için hazırlanmış göğüs çapına göre ağaç boyunu tahmin eden araştırmalar vardır (Monserud, 1975; Ek vd., 1984; Parresol, 1992; Colbert vd., 2002; Lootens vd., 2007; Mısır, 2010). Bu tür araştırmalar ile ağaçların boyları çaplarına göre tahmin edilmesinde değişik modeller kullanılmaktadır. Bu modellerin uygunluğunda yöreye göre ve ağaç türüne göre değişim göstermektedir. Yani bir çap-boy modelinin tüm ağaç türleri için veya aynı ağaç türünde bile tüm yayılış alanında geçerliliği söz konusu değildir. Bu yüzden ağaç türleri için yöresel olarak çap-boy ilişkisinin ortaya koyulması gerekmektedir. Çünkü çap ile boy ilişkisi ağaç türü, meşcere yaşı, bonitet, genetik özellikler ve silvikültürel işlemlere göre değişim göstermektedir (Kalıpsız, 1984; Dolph, 1989; Knowe, 1994).

Çap ile boy arasında her zaman pozitif yönde bir ilişki vardır. Bu ilişkinin ortaya koyulmasında doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri kullanılmaktadır. Doğrusal modeller yüksek doğruluk düzeyi istenmeyen ve karmaşık büyüme ilişkilerinin belirlenmesini gerektirmeyen çalışmalarda kullanılmaktadır. Doğrusal modellere göre daha esnek olan ve verilere uygulama kolaylığı bakımından doğrusal olmayan modeller sık sık kullanılmaktadır (Larsen ve Hann, 1987; Wang ve Hann, 1988; Arabatzis ve Burkhart, 1992; Huang vd., 1992; Dolph vd., 1995). Ancak, doğrusal olmayan modellerde denklem katsayılarını bulmak oldukça zordur. Ancak, gelişen bilgisayar teknolojisi ve bilgisayar programları ile doğrusal olmayan modellerin katsayıları iterasyon yöntemi ile kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

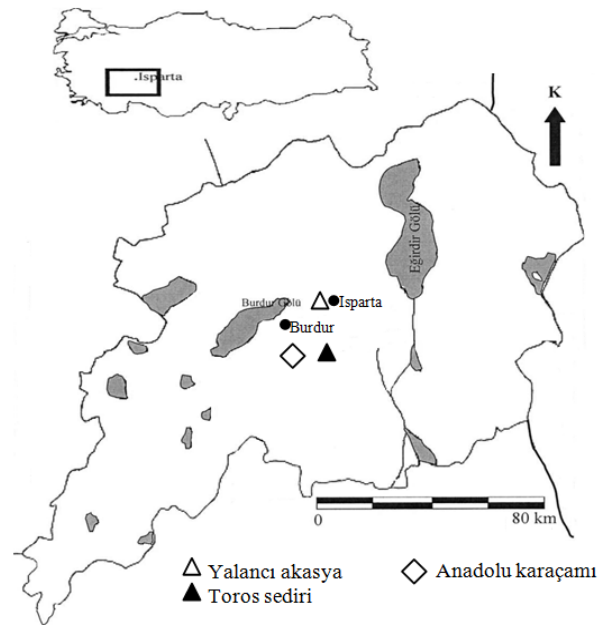
Bu çalışmanın amacı Göller Yöresinde ağaçlandırma ile yetiştirilmiş Yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri meşcerelerinde çap-boy modelinin belirlenmesidir. Çap-boy modeli için Monserud (1975)'in önermiş olduğu model esas alınacak ve modelin uygunluğu istatistik ve grafik olarak test edilecektir. Güvenilir bir çap-boy ilişkisi tanımlanması ile meşcerelerin planlanması ve üretim süreci gerektiği şekilde yapılabilir ve söz konusu ağaç türleri ile kurulacak meşcerelerde optimum faydalanılabilmesi garanti altına alınabilecektir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmamızda Göller Yöresinde ağaçlandırma yolu ile yetiştirilmiş Yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri meşcerelerinde alınan örnek alan verileri kullanılmıştır. Yalancı akasya meşcereleri Isparta il merkezine 13 km mesafede Gölcük Gölü çevresinde yer almaktadır. Diğer türlere ait meşcereler ise Isparta Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Burdur Orman İşletme Müdürlüğü, Ağlasun Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer almaktadır. Bu meşcerelerden altı ağaç örnekleme yöntemi ile yalancı akasyada 10; Anadolu karaçamında 11 ve Toros sedirinde 79 olmak üzere toplam 100 örnek alan alınmıştır. Örnek alanlarda altı ağacın çapı (cm) ve boyu (m) ölçülmüştür. Ayrıca, yaş tespiti yapılmak üzere ağacın dip kısmından artım burgusu ile yaş kalemleri alınmıştır. Yalancı akasya 40-50, Anadolu karaçamı 35 ve Toros sediri ise 36 yaşlarında bulunmuştur. Yalancı akasya için hâlihazırda bonitet tablosu olmadığından bonitet belirlemesi yapılmamıştır. Bonitet sınıflandırmalarına göre Toros sediri (Evcimen, 1963) ve Anadolu karaçamı (Mısır, 2003) iyi bonitet sınıfında bulunmuştur. Tüm örnek alanlar fazla müdahale görmemiş meşcerelerden alınmıştır. Örnek alanların alındığı meşcerelerin konumu Şekil 1'de gösterilmiştir.

Türler için ayrı ayrı ölçülen göğüs yüksekliği çapı ve ağaç boyu değerleri için en büyük, en küçük, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Isparta Orman Bölge Müdürlüğünde örnek alanların alındığı yerler

Çizelge 1. Her tür için göğüs yüksekliği çapı ve ağaç boyu değişkenlerinin bazı istatistikleri

Türler	N	Göğüs Çapı (cm)			Ağaç Boyu (m)				
		Aritmetik ortalama	En küçük	En büyük	Standart sapma	Aritmetik ortalama	En küçük	En büyük	Standart sapma
Yalancı akasya	60	19.491	8.30	35.80	6.405	11.630	2.50	18.05	3.998
Anadolu karaçamı	66	11.202	3.20	25.00	4.614	7.791	2.60	17.50	2.850
Toros sediri	474	19.081	10.19	27.69	2.474	8.755	6.05	11.60	1.025

## 2.2. Yöntem

Daha önce çap ile boy arasındaki ilişkileri açıklamada birçok denklem kullanılmıştır. Bu denklemlerden Monserud (1975) tarafından geliştirilen model bir çok çalışmada çap ile boy arasındaki ilişkiyi açıklamada yeterli güven düzeyinde uygun olduğu bulunmuştur (Larsen ve Hann, 1987; Colbert, vd., 2002; Lootens vd., 2007). Söz konusu denklem ile göğüs yüksekliğindeki çap kullanılarak ölçülmesi güç olan ağaç boyu tahmin edilebilmektedir. Söz konusu model aşağıda verilmiştir.

$$h = 1,30 + e^{\alpha + \beta * d^{\phi}} \quad (1)$$

Denklemden h; ağaç boyunu (m), d; göğüs yüksekliğindeki çapı (cm),  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\phi$  ise denklem katsayılarını göstermektedir.

Doğrusal olmayan regresyon modellerinde en büyük problem iterasyon için başlatılacak değer bilinmemesidir. Bu doğrusal olmayan denklemler ile çözümde en çok karşılaşılan problem olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak denklem 1, en küçük kareler yöntemini esas alan regresyon analizinin uygulanabilmesi için doğrusal forma dönüştürülmüştür. Dönüştürülen denklemde " $\phi$ " katsayısı değeri -0.2 olarak alınmıştır (Colbert, vd., 2002). Söz konusu katsayı yerine yazılarak " $\alpha$ " ve " $\beta$ " değerleri uygulanacak olan doğrusal olmayan regresyon analizine ait katsayılar için başlangıç değerleri belirlenmiştir.

$$\ln(h - 1,30) = \alpha + \beta * d^{-0,2} \quad (2)$$

Elde edilen katsayıların başlangıç değerleri kullanılarak denkleme ilişkin gerçek katsayılar elde edilmiştir. Modelin verilere uygunluğunu göstermek için belirleme katsayısı ( $R^2$ ) hesaplanmıştır. Belirleme katsayısının hesaplanmasında denklem 3 kullanılmıştır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

Formülde  $Y_i$  gözlemlenilen elde edilen i. değeri,  $\hat{Y}_i$  modelde elde edilen i. değeri,  $\bar{Y}$  gözlemlenilen elde edilen değerlerin aritmetik ortalamasını göstermektedir.

Denklemlerle elde edilen değerler ile gerçek değerlerin arasındaki farklar incelenmiştir. Elde edilen denklem ile veri grubunda yapılan hata, Ortalama Hata (OH) ile bulunmuştur (Denklem 4). Bir meşcerede yapılan boy ölçümlerinde toplam ağaç boyu ortalama hatasını OH ile ortaya koyulabilmektedir. Ayrıca verilerin uygunluğu için Hata

Kareler Ortalaması (HKO) kullanılmıştır (Denklem 5). Birçok denklem içerisinde uygun denklemi seçmede HKO kullanılır. Küçük bir HKO ortalaması minimum varyans açısından önerilir. HKO yöresel olarak ve meşcere özelliklerine göre değişmede çalışmamızda bir meşcere için ortalama HKO değeri kabul görmüştür. Çalışmamızda alternatif denklem yerine tek denklem sınanmıştır. Yine de HKO değerleri ile veri grubunun sapma derecesi ortaya koyulmuştur.

$$OH = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (4)$$

$$HKO = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (5)$$

Denklemden  $y_i$ ; i. ağaca ilişkin ölçülen boy değerini (m),  $\hat{y}_i$ ; i. ağaca ilişkin denklemden elde edilen boy değerini (m), n ise ağaç sayısını göstermektedir. Söz konusu verilere ilişkin bulunan katsayılar ve hataları ile ilgili istatistikler hesaplanarak türlerde kullanılabilirliği tartışılmıştır.

## 2.3. İstatistik analiz

Her bir ağaç türü için Monserud (1975) tarafından belirtilen çap-boy ilişkisi denkleminin uygunluğu test edilmiştir. Verilerin denkleme uygunluğu ve katsayıların belirlenmesinde SPSS for Windows 17.0 istatistik program yazılımının non-linear özelliği kullanılmıştır. Ayrıca, doğrusal olmayan regresyon modellerinde belirleme katsayısının kullanımına ilişkin olarak, çeşitli tartışmalar olmasına rağmen, modelin uygunluğunun ölçülmesinde genel bir fikir vermesi nedeniyle kullanılabilir olduğu belirtilmektedir (Ryan, 1997). Belirleme katsayısı ile modelin verilere uygunluğu ortaya koyulmuştur.

## 3. Bulgular ve tartışma

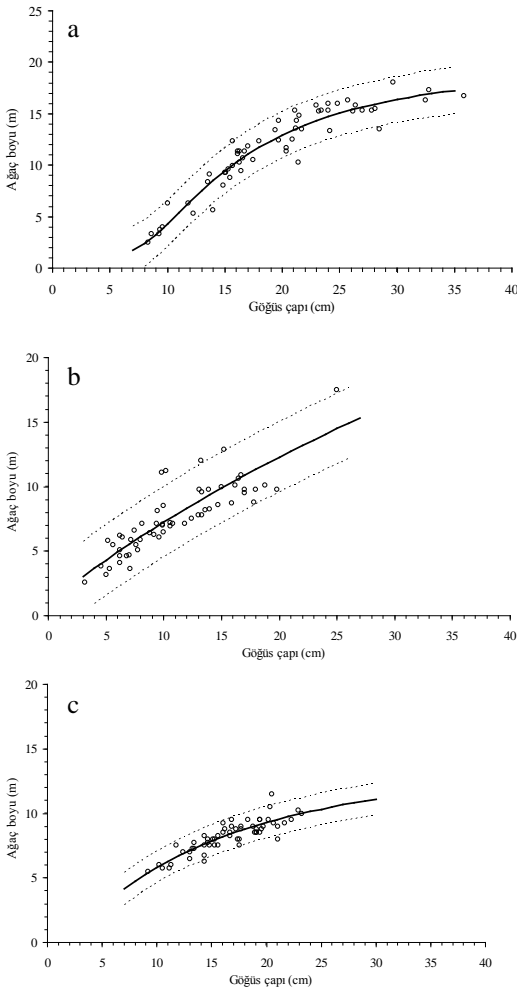
Biyolojik sistemleri anlamada modelleme önemli bir araçtır. Modelleme bir sistemin değişimini denklemler ile tanımlama işlemidir. Bu yüzden modelleme sırasında sistemin bileşenlerini doğru olarak belirlemek ve bu sistemi tanımlayacak denklemi doğru olarak seçmek önemlidir. Çalışmamızda da Göller Yöresinde ağaçlandırma yolu ile elde edilmiş üç farklı ağaç türünün oluşturduğu meşcerelerde ağaç boyunun göğüs yüksekliği çapına göre değişimini Monserud (1975)'in denklemi ile açıklanabilirliği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Denklemle ilişkin belirlenen katsayılar ve bazı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çap-boy denklemine ait katsayılar ve bazı istatistikler

Türler	Katsayılar			OH	HKO	R <sup>2</sup>
	$\alpha$	$\beta$	$\varphi$			
Yalancı akasya	2.9277	-164.4602	-1.9530	0.0080	1.3182	0.916
Anadolu karaçamı	7.6436	-8.4486	-0.1590	-0.0072	1.9486	0.753
Toros sediri	2.7560	-9.4910	-0.8816	0.0011	0.3930	0.729

Ağaç türlerinden Yalancı akasya, Toros sediri ve Anadolu karaçamı için denkleme ilişkin belirtme katsayısı oldukça yüksek yeter doğruluk düzeyinde ağaç boyunu tanımlamada kullanılabileceği görülmüştür. Modele ait OH değerleri çok küçük olarak bulunmuştur. OH değerlerinde küçük çıkması toplam ortalama boy hatasının küçük çıkacağını ve ağaç türlerinde boy bakımından fazla bir hatanın olmayacağını göstermektedir. Yine varyansı gösteren HKO değerleride varyansın fazla olmadığını göstermiştir.

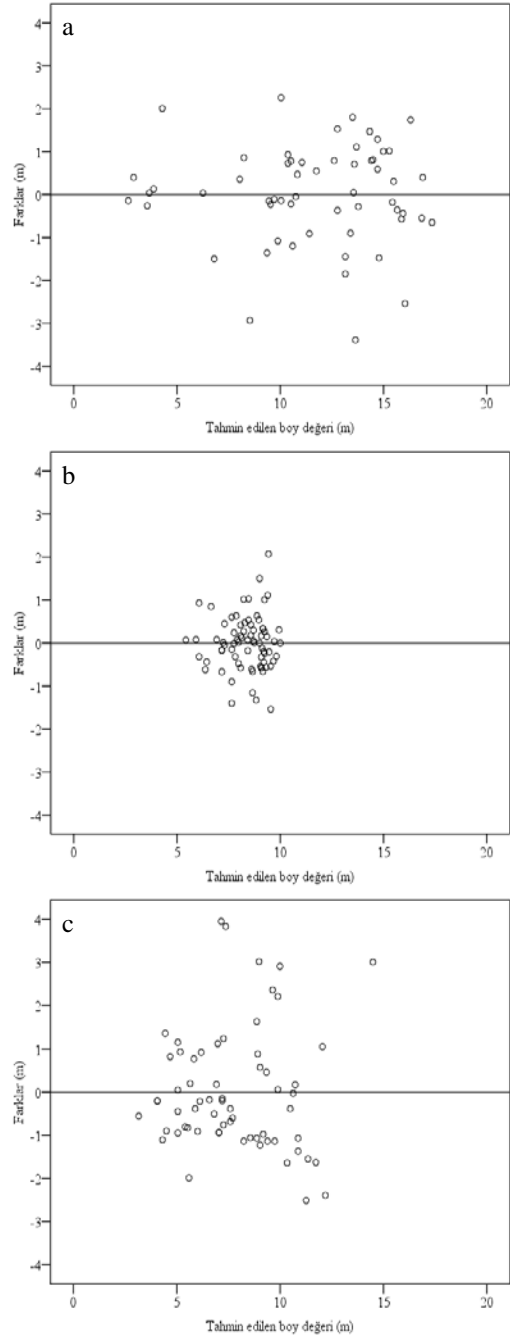
Denklem veri grubu için yeterli düzeyde tanımlayıcı olmasına rağmen bazı veriler bazı çap değerlerinde yüksek değerler vermiştir. Böylece model tam ortadan temsil etmemiştir. Böyle durumda belirli güven düzeyinde hata sınırları belirlenmek istenir. Bu çalışmada da %95 güven düzeyinde bir t değeri ile hata kareler ortalamasının karekökü (root mean square error) kullanılarak güven sınırları belirlenmiştir.



Şekil 2. Yalancı akasya (a), Toros sediri (b) ve Anadolu karaçamı için çap-boy eğrileri (düz çizgi) ve %95 güven düzeyinde sınırları (kesik çizgi)

Model ile çizilen Şekil 2'den de görüleceği gibi Yalancı akasya, Toros sediri ve Anadolu karaçamında açık S eğrisi şeklindeki büyüme eğrisi veya büyüme eğrisinin bir kısmı görülebilmektedir (Şekil 2). Özellikle Yalancı akasyada bu büyüme eğrisinin bütünü gözlenmektedir (Şekil 2a).

Ayrıca, regresyon denklemi ile elde edilen boy değerleri ile gerçek değerle olan farklar ikili koordinat sistemine işaretlenerek Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Model ile Yalancı akasya (a), Toros sediri (b) ve Anadolu karaçamında (c) belirlenen boy değerlerinin ve gerçek boy değerlerinden farkları

#### 4. Sonuç ve öneriler

Biyolojik olayların belirli bir zaman diliminde büyüme özelliklerinin sayısallaştırılmasında allometrik denklemler kullanılmaktadır. Bu denklemler ile biyolojik varlıklar olan ağaçların belirli aralıklarda büyüme ve gelişme özellikleri tanımlanabilmektedir. Ormancılıkta da ağaç boyu ölçmek zor bir işlemdir. Tüm ağaçların boyu ölçülse bile bunların doğruluğu bazı uygulama hatalarından dolayı tartışma yaratmaktadır. Bu yüzden ormancılıkta kolay ölçülen çap kullanılara ağaç boyu tahmini için denklemler geliştirilmiştir.

Bu çalışma ile Isparta ve Burdur Yöresinde ağaçlandırma yolu ile getirilmiş olan ve artık meşcere özelliği gösteren Yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri ağaç türlerine ait çap-boy denklemi denenmiştir. Söz konusu ağaç türleri için Monserud (1975)'in önermiş olduğu denklem kullanılarak çap-boy denklemi elde edilmiştir. Bu ağaç türleri yörede doğal yayılış alanları dışında ağaçlandırma ile getirilmiştir. Bu yüzden ağaçlandırma ile kurulan meşcerelerdeki ağaçların doğal meşcerelerinden farklı büyüme özellikleri göstermesi beklenmektedir.

Yalancı akasya için denenen denklem %91.6 yalnız başına çapa göre boyu açıklayabilmektedir. Böylece Isparta ve Burdur Yöresinde ağaçlandırma yolu ile oluşturulan Yalancı akasya meşcerelerinde çap ölçülerek boy yeterli doğruluk düzeyinde tahmin edilebilmektedir. Aynı denklem kullanılarak Anadolu karaçamı ve Toros sedirinde sırasıyla %75.3 ve %72.9 oranında çapa bağlı olarak ağaç boyu tahmin edilebilmektedir.

Çalışmada denkleme ilişkin istatistikler ve katsayılar daha önce söz konusu denklem için bulunan sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir (Larsen ve Hann 1987; Colbert, vd., 2002). Burada verilen model ağaç türlerinin boyunu çapa göre tahmin etmekte yeterli doğrulukta sonuç vermekte ve uygulaması kolaydır. Bu yüzden kullanılması tavsiye edilmektedir.

Elde edilen denklem ile yöresel ve yapay olarak elde edilen meşcerelerde oluşturulacak hasılat ve büyüme modelleri ile simülasyon modellerinde göğüs yüksekliği çapına göre ağaç boyu tanımlamada kullanılabilir.

#### Kaynaklar

Arabatzis, A.A., Burkhart, H.E., 1992. An evaluation of sampling methods and model forms for estimating height-diameter relationships in loblolly pine plantations, *Forest Science* 38:192-198

Carus, S., 1998. Aynıyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 359 s., İstanbul.

Colbert, K.C., Larsen, D.R., Lootens, J.R., 2002. Height-diameter equations for thirteen midwestern bottomland hardwood species. *NJAF*, 19(4):171-176.

Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, Isparta.

Dolph, L.D., Mori, S.R., Oliver, W. W., 1995. Height-diameter relationships for conifer species on the Blacks Mountain experimental forest, US Pacific Southwest Research Station, Research note PSW-RN-418

Ek, A.R., Birdsall, E.T., Spear, R.J., 1984. A simple model for estimating total and merchantable heights. *USDA For. Serv., Res. Note NC-309*. 5 p.

Eler, Ü., 2003. Dendrometri. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, No. 30, Isparta.

Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No: 355/16, Ankara.

Garcia, O., 1974. Height-diameter equations for *Pinus radiata*. Instituto Forestal, Chile, Nota Tecnica No.19

Huang, S., Titus, S.J., Wiens, D.P., 1992. Comparison of nonlinear height-diameter functions for major Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1297-1304

Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3793/426, 407 s., İstanbul.

Knowe, S.A., 1994. Effect of competition control treatments on height-age and height-diameter relationships in young Douglas-fir plantations. *Forest Ecology and Management* 67:101-111

Larsen, D.R., 1994. Adaptable stand dynamics model integrating site-specific growth for innovative silvicultural prescriptions. *Forest Ecology and Management*, 69:245-257.

Larsen, D.R., Hann, D.W., 1987. Height-diameter equations for seventeen tree species in southwest Oregon. Oregon State University, Forestry Research Laboratory, Research paper 49

Lootens, J.R., Larsen, D.R., Shifley, S.R., 2007. Height-Diameter Equations for 12 Upland Species in The Missouri Ozark Highlands. *North.J.Appl.For.*, 24(2):149-152.

Mısır, N., 2003. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, 208 s., Trabzon.

Mısır, N., 2010. Generalized height-diameter models for *Populus tremula* L. stands. *African Journal of Biotechnology*, 9(28):4348-4355,

Monsured, R., 1975. Methodology for simulating Wisconsin northern hardwood stand dynamics. Ph.D. Diss.Univ. of Wisconsin, Madison. 156 p.

Parresol, B.R., 1992. Baldcypress height-diameter equations and their prediction confidence interval. *Canadian Journal of Forest Research*, 22:1429-1434.

Ritchie, M.W., Hann, D.W., 1986. Development of a tree height growth model for Douglas-fir. *Forest Ecology and Management*, 15:135-145.

Ryan, T.P., 1997. *Modern Regression Methods*. John Wiley and Sons, 424s. New York, USA.

Temesgen, H., Hann, D.W., Monleon, V.J., 2007. Regional Height-Diameter Equations for Major Tree Species of Southwest Oregon. *West.Appl.For.*22(3):213-219.

Wang, C.H., Hann, D.W., 1988. Height-diameter equations for sixteen tree species in the central western Willamette valley of Oregon. Oregon State University, Forestry Research Laboratory, Research paper 51

Woollons, R.C., 2003. Examination of mean top height definitions and height estimation equations for *Pinus radiata* in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry* 48(3):15-18

Wykoff, W.R., Crookston, C.L., Stage, A.R., 1982. User's guide to the Stand Prognosis Model. *USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-133*, 122 p.