

## Zonguldak-Ulus Orman İşletme Müdürlüğü Göknar, Kayın ve Karaçam Ağaç Türleri için Kütük Çapı ve Boyu ile Göğüs Çapı İlişkisi

\*Birsen DURKAYA, Ali DURKAYA  
Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Bartın/Türkiye  
Sorumlu yazar: [birsen\\_durkaya@yahoo.com](mailto:birsen_durkaya@yahoo.com)

Geliş Tarihi: 17.05.2010

### Özet

Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Ulus Orman İşletme Müdürlüğü, Drahna Orman İşletme Şefliği göknar (*Abies bornmülleriana* Matff.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) karışık meşcerelerinde, farklı kütük yüksekliklerinden ölçülen çaplardan, göğüs yüksekliği çapının ( $d_{1.30}$ ) tahmini, bunun yanında kütük çapları ve kütük boylarından hareketle  $d_{1.30}$  çapının tahmin edilmesi için ölçümler yapılmıştır. Her ağaç türü için, tekli ve çoklu regresyon modelleri denenmiştir. Denenen modeller arasından, belirtme katsayısı ( $R^2$ ), standart hatası (Se) ve F değerlerine göre, en uygun model seçilmiştir. Seçilen bu modellere göre, ağaç türleri için tek girişli, kütük çapı-göğüs çapı tabloları ve çift girişli kütük çapı ve kütük boyuna bağlı göğüs çapı tabloları düzenlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kütük çapı, kütük boyu, göğüs çapı

### Relations Between Breast Height Diameter- Stump Diameter and Stump Height for Uludag Fir, Beech and Anatolian Black Pine Trees in Zonguldak-Ulus Forest Enterprise

#### Abstract

Uludağ fir, beech and Anatolian black pine trees were measured to estimate their breast-height diameters ( $d_{1.30}$ ) based on stump diameters and stump diameter-stump height in Ulus Forest Enterprise, Drahna Management Unit. For each tree species, single and multiple regression equations were fitted. Among these regression models, the most suitable model was determined according to coefficient of determination ( $R^2$ ), standard error (Se) and F numbers. Using the models, single entry and double entry tables were constructed.

**Key Words:** Stump diameter, stump height, breast-height diameter

#### Giriş

Ormancılıkta, ağaç hacimlerinin belirlenmesinde yaygın uygulama, göğüs yüksekliğindeki çap ( $d_{1.30}$ ) ile ağaç hacmi arasındaki ilişki yardımıyla, ağaç hacminin tahmin edilmesidir. Bir ağacın hacmi, tahmin modeline ağaç boyu ve diğer bazı karakteristiklerin de dahil edilmesiyle daha doğru şekilde bulunabilmesine rağmen, ormancılık pratiğinde kullanım kolaylığı ve zaman tüketimi açısından göğüs çapından, hacmi tayine yarayan tek girişli ağaç hacim tablolarının kullanıldığı görülmektedir. Bu tabloların kullanılabilmesi için göğüs yüksekliğindeki çapın bilinmesi gereklidir. Bununla beraber, uygulamada usulsüz kesimler nedeniyle orman alanından çıkarılan ağaçların hacminin belirlenmesinde sıkıntılar mevcuttur. Usulsüz kesimlerde ağaç genellikle kolayca ve hızlı bir şekilde kesilebileceği bir yükseklikten (0.6-0.7 m)

kesilmekte ve kısa sürede ormandan çıkarılmaktadır. Çıkarılan miktarı belirlemek isteyen orman işletmesi yöneticileri ve mahkemeler, kesim 1.30 m'nin altından olduğundan hacim tayininde güçlüklerle karşılaşmakta ve dip çapından (0.30m) hareketle çözüme ulaşmaya çalışmaktadırlar. Dip kütük çapı ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Heiligmann ve arkadaşları (1984) kütük çapından ağaç hacimlerini hesaplamak üzere 8 farklı ağaç türünde çalışmıştır. ABD'de Ormancılık Araştırma Enstitüsü 53 farklı ağaç türü için kütük çapı-  $d_{1.30}$  çapı ve kütük çapı-boyu ile  $d_{1.30}$  çapı arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Demaerschalk ve Omule (1982), Wiant ve Williams (1987), Johnson ve Weigel (1990) da çeşitli türler üzerinde dip kütük çapı-göğüs çapı arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. Uğurlu

ve Özer (1977) kızılçam ağaç türünde, Özer (1981) sarıçamda, Giray (1972) kızılçam, göknar, sarıçam, karaçam, ladin ve kayın türlerinde, Yavuz (1996) sarıçam ve karaçam ve yine Yavuz (2000) dişbudak, Özçelik (2005) karaçam, sedir ve kızılçam ağaç türünde çalışmışlardır. Ülkemizde yapılan çalışmaların tümünde kütük çapı olarak 0.30 cm yükseklik esas alınmıştır, kütük boyu hesaba katılmamıştır. Fakat kütük yüksekliğinin hesaba katılmasının daha doğru sonuç vereceği belirtilmektedir (Kalıpsız,1993). Bu çalışmada, farklı kütük yüksekliklerindeki çaplardan göğüs yüksekliği ( $d_{1,30}$ ) çapına ulaşabilmek amacıyla uygun regresyon denklemleri denenmiştir. Ayrıca kütük çapı ve bu kütüğün boyu birlikte kullanılarak göğüs yüksekliği çapına ulaşmaya çalışılmıştır. Bu sayede özellikle usulsüz kesimlerle alandan uzaklaştırılan ağaçların hacminin güvenilir bir şekilde belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Ulus Orman İşletme Müdürlüğü, Drahn Orman İşletme Şefliği göknar (*Abies bornmülleriana* Matff.), kayın (*Fagus*

*orientalis* Lipsky.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) karışık meşcerelerinde ölçümler yapılmıştır.

### Materyal ve Metot

Örnek ağaçların seçimi ve örnekleme:

Bu çalışmada farklı kütük yüksekliklerinden göğüs yüksekliği çapının ( $d_{1,30}$ ) hesaplanması, bunun yanında kütük çapları ve kütük boylarından hareketle  $d_{1,30}$  çapının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Ulus İşletme Müdürlüğü, Drahn Orman İşletme Şefliğinde göknar, kayın ve karaçam karışık meşcerelerinden seçilen örnek ağaçların, düzgün gövdeli, kusursuz ve sağlıklı olmalarına dikkat edilmiştir. Göknar için 203 adet, kayın için 201 adet ve karaçam için 200 adet örnek ağaç üzerinde  $d_{0,10}$ ;  $d_{0,20}$ ;  $d_{0,30}$ ;  $d_{0,40}$ ;  $d_{0,50}$  ve  $d_{0,60}$  daki kütük çevreleri ile  $d_{1,30}$  da ki göğüs yüksekliği çevresi ölçülmüştür. Çevre ölçümlerinden dairenin çaplarına ulaşılmıştır. Ölçülen ağaç türlerine ilişkin bazı istatistiksel veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. Göknar-Kayın-Karaçam örnek ağaçlarına ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Değişkenler	Örnek sayısı (n)	Aritmetik ortalama (X) (cm)	Standart Sapma (S) (cm)	Min. (cm)	Maks. (cm)
Göknar	$d_{0,10}$ (cm)	203	37.38	9.27	19.09	61.75
	$d_{0,20}$ (cm)	203	35.91	8.92	18.14	59.52
	$d_{0,30}$ (cm)	203	35.02	8.73	17.51	58.57
	$d_{0,40}$ (cm)	203	34.28	8.60	17.51	57.61
	$d_{0,50}$ (cm)	203	33.62	8.48	16.87	56.98
	$d_{0,60}$ (cm)	203	33.17	8.40	16.23	56.66
	$d_{1,30}$ (cm)	203	32.09	8.02	15.92	54.43
Kayın	$d_{0,10}$ (cm)	201	37.34	5.74	23.55	50.61
	$d_{0,20}$ (cm)	201	35.85	5.50	22.92	48.06
	$d_{0,30}$ (cm)	201	34.86	5.27	25.15	46.47
	$d_{0,40}$ (cm)	201	34.09	5.06	24.19	45.52
	$d_{0,50}$ (cm)	201	33.40	4.91	22.28	44.56
	$d_{0,60}$ (cm)	201	32.83	4.78	21.96	44.24
	$d_{1,30}$ (cm)	201	31.13	4.46	21.33	41.69
Karaçam	$d_{0,10}$ (cm)	200	44.69	7.01	32.15	61.43
	$d_{0,20}$ (cm)	200	43.47	6.87	31.19	60.48
	$d_{0,30}$ (cm)	200	42.57	6.86	30.24	59.52
	$d_{0,40}$ (cm)	200	41.98	6.79	30.24	58.57
	$d_{0,50}$ (cm)	200	41.24	6.76	29.28	57.93
	$d_{0,60}$ (cm)	200	40.50	6.71	28.65	57.30
	$d_{1,30}$ (cm)	200	39.26	6.94	26.49	56.98

Göknar, kayın ve karaçam ağaç türlerinin 6 farklı göğüs yüksekliğine ait çap değerleri, göğüs çapı değerleriyle ilişkiye getirilmek suretiyle, aşağıda verilen (1-4 nolu eşitlikler)

farklı regresyon denklemleri denenmiştir. Verilere en uygun regresyon denklemi bulunmuştur.

Tek girişli fonksiyonlar;

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k \quad (1)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 d_k^2 \quad (2)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 \ln(d_k) \quad (3)$$

$$\ln(d_{1,30}) = a_0 + a_1 \ln(d_k) \quad (4)$$

Ayrıca dip kütük çapı ve kütük boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasındaki çoklu ilişkinin ortaya konulması amacıyla 8 farklı regresyon denklemi (5-12 nolu eşitlikler) denenmiştir. Test edilen bu regresyon eşitlikleri arasında belirtme katsayısı (13), standart hatası (14) ve F değerine (15) bakılarak uygun denklem seçilmiştir. Belirtme katsayısı ve F değeri en yüksek, standart hatası en düşük olan regresyon eşitliği en uygun model olarak seçilmiştir.

Ayrıca seçilen denklemlerin Toplam Hata (%) (16) değerleri hesaplanarak kullanılacak olan modelin, gerçek değerlere olan yakınlığına bakılmıştır.

Çift girişli fonksiyonlar;

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 h_k \quad (5)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 d_k h_k + a_3 h_k \quad (6)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k h_k + a_2 d_k^2 + a_3 h_k^2 \quad (7)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 h_k + a_3 d_k^2 + a_4 h_k^2 \quad (8)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 d_k h_k + a_3 d_k^2 + a_4 h_k + a_5 d_k^2 h_k \quad (9)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 d_k + a_2 d_k h_k + a_3 d_k^2 + a_4 d_k^2 h_k \quad (10)$$

$$d_{1,30} = a_0 + a_1 \ln(h_k) + a_2 d_k h_k \quad (11)$$

$$\ln(d_{1,30}) = a_0 + a_1 \ln(d_k) + a_2 \ln(h_k) \quad (12)$$

$d_{1,30}$  = göğüs yüksekliği çapı,

$d_k$  = kütük yüksekliğindeki çapı,

$h_k$  = kütük yüksekliğini belirtmektedir.

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$  ve  $a_5$  denklemin katsayıları

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i^t - y_i)^2}{\sum (y_i - y_i^t)^2} \quad (13)$$

$$F = \frac{S_{reg}^2}{S_{hata}^2} \quad (15)$$

$$Se = \sqrt{\frac{(y_i^t \cdot y_i)^2}{n - p}} \quad (14)$$

$$TH(\%) = \left[ \frac{(\sum y_i^t - \sum y_i)}{\sum y_i} \right] \times 100 \quad (16)$$

Burada  $R^2$  = Belirtme Katsayısını,  $Se$  = Standart hatayı,  $TH(\%)$ : Toplam hata

yüzdesini,  $y_i^t$  = göğüs çapının regresyon denkleminde elde edilen değeri,  $y_i$ ; göğüs çapı değeri  $S_{reg}$ ; regresyon varyansını,  $S$  hata; hata varyansını,  $n$ ; örnek sayısını,  $p$ ; parametre sayısını,  $y_i$ ; bağılı değişkenin ölçülen değerini,  $y_i^t$ ; bağılı değişkenin regresyon modeli ile tahmin edilen değerlerini göstermektedir.

### Bulgular

Ağaç türlerine göre kütük çapı ve göğüs yüksekliği çapı arasındaki ilişkileri en iyi yansıtan denklemin 4 nolu denklem olduğu görülmüştür. Tablo 2'de ağaç türlerine göre farklı kütük yüksekliklerinde kullanılan regresyon eşitliklerinin katsayı ve istatistikleri verilmiştir; Logaritmik olarak hesaplanan değerler %1-2 oranında gerçek değerlerden küçük olmaktadır. Bu hatanın giderilmesi için,  $f$  düzeltme faktörünün hesaplanması ve hesaplanan logaritmik değerlerin  $f$  faktörü ile çarpılarak hatanın düzeltilmesi gereklidir (Alemdağ, 1962). Denklemlerin  $f$  değerleri tabloda verilmektedir.

Ayrıca dip kütük çapı-kütük boyu ile göğüs yüksekliği çapı arasındaki çoklu ilişkinin ortaya konulması için denenmiş olan 8 farklı regresyon denklemi içerisinde seçilen denklemlerin katsayı ve istatistikleri Tablo 3'de verilmiştir. Gökmar için 6 nolu denklem, kayın ve karaçam için, 12 nolu denklemin en uygun denklem olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 2. Ağaç türlerine göre farklı yüksekliklerdeki göre kütük çapı-  $d_{1.30}$  çapı arasındaki ilişkilere ait parametre ve istatistikler

GÖKNAR						
Kütük Yüksekliği	Regresyon denklemi	R <sup>2</sup>	F	Se (cm)	f	TMH(%)
$d_{0.10}$	$\ln(d_{1.30})=-0.1163+0.989702 \ln(d_{0.1})$	0.96	4691	0.05	1.003	0.17
$d_{0.20}$	$\ln(d_{1.30})=-0.06957+0.987899 \ln(d_{0.2})$	0.97	6666	0.043	1.002	0.1
$d_{0.30}$	$\ln(d_{1.30})=-0.04362+0.9876 \ln(d_{0.30})$	0.98	9008	0.037	1.001	0.019
$d_{0.40}$	$\ln(d_{1.30})=-0.02124+0.987331 \ln(d_{0.40})$	0.99	13925	0.0306	1.001	0.05
$d_{0.50}$	$\ln(d_{1.30})=0.031687+0.977791 \ln(d_{0.50})$	0.98	9200	0.037	1.001	0.028
$d_{0.60}$	$\ln(d_{1.30})=0.026771+0.982997 \ln(d_{0.60})$	0.99	27255	0.021	1.000	-0.024
KAYIN						
$d_{0.10}$	$\ln(d_{1.30})=0.186585+0.898349 \ln(d_{0.1})$	0.95	3552	0.033	1.001	0.041
$d_{0.20}$	$\ln(d_{1.30})=0.186846+0.908536 \ln(d_{0.2})$	0.96	5152	0.027	1.000	-0.041
$d_{0.30}$	$\ln(d_{1.30})=0.157712+0.923866 \ln(d_{0.30})$	0.97	5636	0.026	1.000	-0.0373
$d_{0.40}$	$\ln(d_{1.30})=0.106521+0.944188 \ln(d_{0.40})$	0.98	8097	0.022	1.000	-0.029
$d_{0.50}$	$\ln(d_{1.30})=0.071253+0.959654 \ln(d_{0.50})$	0.98	10827	0.019	1.000	-0.021
$d_{0.60}$	$\ln(d_{1.30})=0.048089+0.971061 \ln(d_{0.60})$	0.99	13579	0.017	1.000	-0.017
KARAÇAM						
$d_{0.10}$	$\ln(d_{1.30})=-0.50537+1.098324 \ln(d_{0.1})$	0.94	3238	0.042	1.002	0.013
$d_{0.20}$	$\ln(d_{1.30})=-0.45391+1.092743 \ln(d_{0.2})$	0.95	3755	0.039	1.001	-0.029
$d_{0.30}$	$\ln(d_{1.30})=-0.36886+1.076252 \ln(d_{0.30})$	0.96	4454	0.036	1.001	0.017
$d_{0.40}$	$\ln(d_{1.30})=-0.25306+1.049269 \ln(d_{0.40})$	0.92	2446	0.048	1.002	0.08
$d_{0.50}$	$\ln(d_{1.30})=-0.27871+1.061332 \ln(d_{0.50})$	0.97	6316	0.03	1.001	0.052
$d_{0.60}$	$\ln(d_{1.30})=-0.19846+1.044849 \ln(d_{0.60})$	0.96	4582	0.03	1.001	0.037

Tablo 3. Ağaç türlerine göre farklı yüksekliklerdeki göre kütük çapı-boyu ile  $d_{1.30}$  çapı arasındaki ilişkilere ait parametre ve istatistikler

Ağaç türü	Regresyon denklemi	R <sup>2</sup>	F	Se (cm)	f	TMH (%)
Gökmar	$d_{1.30}=0.55442+0.731102d_k+0.002218d_{kh}-0.00343h_k$	0.98	1.22	76222	-	0.00045
Kayın	$\ln(d_{1.30})=-0.09274+0.932529\ln(d_k)+0.0659\ln(h_k)$	0.97	0.025	18615	1.0	-0.035
Karaçam	$\ln(d_{1.30})=-0.591+1.068442 \ln(d_k)+0.057692\ln(h_k)$	0.95	0.039	11154	1.0	0.057

### Tartışma ve Sonuç

Farklı kütük yüksekliklerinden kesilen ağaçların, göğüs yüksekliği çapını verecek olan regresyon modelinin, üç ağaç türünde de üssel regresyon modeli olan 4 nolu model olduğu görülmüştür. Bağımlı değişkenin hesaplanabilmesi için, üssel hesaplama işlemi gerekmektedir. Hesaplanan değerlerin Tablo 2'de verilen f düzeltme faktörü ile çarpılarak bulunan değerleri, kullanıcıya kolaylık olması amacıyla ağaç türlerine göre hesaplanarak, Tablo 4'de 5-100 cm arasında 5'er cm ara verilmiştir (Tablo 4). Yapılan çalışmada, 1 nolu doğrusal denklemin de pratik ve kullanışlı olmasından dolayı uygulamada kullanılabileceği görülmüştür. Giray (1982) tarafından yapılan çalışmada, ağaç türlerine bakılmaksızın kütük çapının 0.8 ile çarpılması ( $d_{1.30}=0.8 d_{0.30}$ ) sonucu  $d_{1.30}$  çapına ulaşabileceğini belirtmiştir.

Bu durumun irdelenmesi amacıyla her ağaç türü için, bulunan doğrusal denklemlerde (model no1) sabit terimi modelden çıkararak katsayılar yeniden hesaplanmıştır. Bu duruma ait değerler Tablo

5 de verilmiştir. Bu pratik denklemlere bakıldığında; 10 cm yüksekliğindeki kütük çapının, Gökmar'da 0.857, kayında 0.832 ve karaçamda 0.880 ile çarpılarak  $d_{1.30}$  çapının hesaplanabileceği görülmektedir. Tüm denklem katsayılarının 0.832 ile 0.970 arasında değiştiği ve her türe ait katsayıların 10 cm kütük yüksekliğinden 60 cm kütük yüksekliğine kadar artarak değiştiği görülmektedir. Karışık meşcerelerde usulsüz olarak kesilen ağaç türünün belirlenmesinde güçlük yaşanması durumunda, her kütük yüksekliğindeki ağaç türlerine ait katsayıların ortalamasının alınarak,  $d_{1.30}$  göğüs çapına ulaşılmasında önemli bir hata oluşturmayacağı düşünülmektedir.

Denklemlerin uygunluğunun kontrolü için hesaplanan toplam mutlak hata yüzdeleri denklemlerin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir (Tablo 5). Örneğin, gökmar için 10 cm yükseklikteki kütük çapı ile göğüs çapı ilişkisinden  $d_{1.30}=0.857d_{0.10}$  olarak bulunmaktadır.  $d_{0.10}$  kullanılarak yapılan hesaplamalardan bulunan  $d_{1.30}$  çap değerinin

gerçek  $d_{1,30}$  değerinden ancak %0.08 eksik değer verdiği görülmektedir.

Tablo 4. Ağaç türlerine göre kütük çapı değerlerine karşılık gelen göğüs yüksekliği çap değerleri

	Kütük Çapları (cm)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
<b>Göknar</b>										
$d_{0,10}-d_{1,30}$	4.39	8.72	13.02	17.32	21.59	25.86	30.13	34.38	38.63	42.88
$d_{0,20}-d_{1,30}$	4.58	9.09	13.57	18.03	22.47	26.91	31.34	35.75	40.17	44.57
$d_{0,30}-d_{1,30}$	4.70	9.32	13.91	18.48	23.04	27.59	32.13	36.66	41.18	45.70
$d_{0,40}-d_{1,30}$	4.80	9.52	14.20	18.87	23.52	28.16	32.79	37.41	42.02	46.63
$d_{0,50}-d_{1,30}$	4.98	9.82	14.59	19.33	24.05	28.74	33.42	38.08	42.73	47.36
$d_{0,60}-d_{1,30}$	5.00	9.88	14.71	19.52	24.31	29.08	33.84	38.59	43.32	48.05
	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
$d_{0,10}-d_{1,30}$	47.12	51.36	55.60	59.83	64.05	68.28	72.50	76.72	80.94	85.15
$d_{0,20}-d_{1,30}$	48.97	53.37	57.76	62.15	66.53	70.91	75.29	79.66	84.03	88.40
$d_{0,30}-d_{1,30}$	50.21	54.72	59.22	63.72	68.21	72.70	77.19	81.67	86.16	90.63
$d_{0,40}-d_{1,30}$	51.23	55.83	60.42	65.00	69.59	74.16	78.74	83.31	87.88	92.44
$d_{0,50}-d_{1,30}$	51.99	56.61	61.21	65.81	70.41	74.99	79.57	84.15	88.71	93.28
$d_{0,60}-d_{1,30}$	52.77	57.48	62.19	66.89	71.58	76.27	80.95	85.63	90.31	94.98
<b>Kayın</b>										
$d_{0,10}-d_{1,30}$	5.12	9.55	13.74	17.80	21.75	25.62	29.42	33.17	36.88	40.54
$d_{0,20}-d_{1,30}$	5.20	9.77	14.11	18.33	22.45	26.50	30.48	34.41	38.30	42.14
$d_{0,30}-d_{1,30}$	5.18	9.83	14.29	18.64	22.91	27.11	31.26	35.37	39.43	43.46
$d_{0,40}-d_{1,30}$	5.08	9.78	14.35	18.82	23.24	27.60	31.93	36.22	40.48	44.71
$d_{0,50}-d_{1,30}$	5.03	9.79	14.44	19.03	23.58	28.09	32.57	37.02	41.45	45.86
$d_{0,60}-d_{1,30}$	5.01	9.82	14.55	19.24	23.90	28.53	33.13	37.72	42.29	46.85
	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
$d_{0,10}-d_{1,30}$	44.16	47.75	51.31	54.84	58.35	61.83	65.29	68.73	72.16	75.56
$d_{0,20}-d_{1,30}$	45.95	49.73	53.49	57.21	60.91	64.59	68.25	71.89	75.51	79.11
$d_{0,30}-d_{1,30}$	47.46	51.44	55.38	59.31	63.21	67.10	70.96	74.81	78.64	82.46
$d_{0,40}-d_{1,30}$	48.92	53.11	57.28	61.43	65.56	69.68	73.79	77.88	81.96	86.03
$d_{0,50}-d_{1,30}$	50.25	54.63	58.99	63.34	67.67	71.99	76.31	80.61	84.90	89.19
$d_{0,60}-d_{1,30}$	51.39	55.92	60.44	64.95	69.45	73.94	78.43	82.90	87.37	91.83
<b>Karaçam</b>										
$d_{0,10}-d_{1,30}$	3.54	7.58	11.83	16.23	20.74	25.34	30.01	34.75	39.55	44.40
$d_{0,20}-d_{1,30}$	3.69	7.87	12.26	16.79	21.42	26.15	30.94	35.80	40.72	45.69
$d_{0,30}-d_{1,30}$	3.91	8.25	12.76	17.40	22.12	26.92	31.77	36.68	41.64	46.64
$d_{0,40}-d_{1,30}$	4.21	8.71	13.34	18.03	22.79	27.60	32.44	37.32	42.23	47.17
$d_{0,50}-d_{1,30}$	4.18	8.72	13.42	18.21	23.07	28.00	32.97	37.99	43.05	48.15
$d_{0,60}-d_{1,30}$	4.41	9.10	13.90	18.78	23.71	28.68	33.69	38.74	43.81	48.91
	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
$d_{0,10}-d_{1,30}$	49.30	54.25	59.23	64.25	69.31	74.40	79.53	84.68	89.86	95.07
$d_{0,20}-d_{1,30}$	50.71	55.77	60.86	66.00	71.16	76.36	81.59	86.85	92.14	97.45
$d_{0,30}-d_{1,30}$	51.68	56.75	61.86	66.99	72.16	77.35	82.56	87.80	93.06	98.34
$d_{0,40}-d_{1,30}$	52.13	57.11	62.12	67.14	72.18	77.24	82.31	87.40	92.50	97.61
$d_{0,50}-d_{1,30}$	53.27	58.43	63.61	68.81	74.04	79.29	84.56	89.84	95.15	100.47
$d_{0,60}-d_{1,30}$	54.03	59.18	64.34	69.52	74.71	79.93	85.15	90.39	95.65	100.91

Tablo 5. Ağaç türlerine göre, sabit teriminin çıkarılarak hesaplanan 1 no'lu modele ait regresyon denklemleri, belirtme katsayıları( $R^2$ ) ve toplam mutlak hata yüzdeleri

Denklemler	Göknar		Kayın		Karaçam		
	$R^2$	TMH(%)	Denklemler	$R^2$	Denklemler	$R^2$	TMH(%)
$d_{1,30}=0.857 d_{0,10}$	0.997	-0.08	$d_{1,30}=0.832 d_{0,10}$	0.998	$d_{1,30}=0.880 d_{0,10}$	0.998	0.19
$d_{1,30}=0.893 d_{0,20}$	0.998	-0.25	$d_{1,30}=0.867 d_{0,20}$	0.999	$d_{1,30}=0.905 d_{0,20}$	0.998	0.20
$d_{1,30}=0.915 d_{0,30}$	0.998	-0.04	$d_{1,30}=0.892 d_{0,30}$	0.999	$d_{1,30}=0.924 d_{0,30}$	0.998	0.17
$d_{1,30}=0.935 d_{0,40}$	0.999	-0.06	$d_{1,30}=0.912 d_{0,40}$	0.999	$d_{1,30}=0.936 d_{0,40}$	0.998	0.12
$d_{1,30}=0.953 d_{0,50}$	0.998	-0.10	$d_{1,30}=0.931 d_{0,50}$	0.999	$d_{1,30}=0.953 d_{0,50}$	0.999	0.15
$d_{1,30}=0.966 d_{0,60}$	0.999	-0.09	$d_{1,30}=0.948 d_{0,60}$	0.999	$d_{1,30}=0.970 d_{0,60}$	0.998	0.10

Göknar, kayın ve karaçam için kütük çapı ve kütük boyuna bağlı olarak göğüs yüksekliği çapının hesaplanması amacıyla, seçilen

regresyon denklemleri kullanılarak, sonuçlar tablo halinde düzenlenmiştir. 5-100 cm'lik kütük boyları ve bu yüksekliklerdeki çaplara

karşılık gelen göğüs çapı değerleri, f Göknar için Tablo 6'da, Kayın için Tablo  
 düzeltme faktörü ile düzeltilmiş olarak, 7'de ve Karaçam için Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 6.Göknar için kütük çapı-kütük boyuna bağlı olarak çift girişli  $d_{1.30}$  çapı tablosu

Göknar		Kütük çapları(cm)									
Kütük Boyu(cm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
5	4.25	7.96	11.67	15.38	19.09	22.80	26.51	30.22	33.94	37.65	
10	4.29	8.05	11.82	15.59	19.35	23.12	26.88	30.65	34.42	38.18	
15	4.32	8.15	11.97	15.79	19.61	23.43	27.26	31.08	34.90	38.72	
20	4.36	8.24	12.12	16.00	19.87	23.75	27.63	31.50	35.38	39.26	
25	4.40	8.33	12.27	16.20	20.13	24.07	28.00	31.93	35.86	39.80	
30	4.44	8.43	12.42	16.40	20.39	24.38	28.37	32.36	36.35	40.33	
35	4.48	8.52	12.57	16.61	20.65	24.70	28.74	32.78	36.83	40.87	
40	4.52	8.62	12.71	16.81	20.91	25.01	29.11	33.21	37.31	41.41	
45	4.55	8.71	12.86	17.02	21.17	25.33	29.48	33.64	37.79	41.95	
50	4.59	8.80	13.01	17.22	21.43	25.64	29.85	34.06	38.27	42.48	
55	4.63	8.90	13.16	17.43	21.69	25.96	30.22	34.49	38.75	43.02	
60	4.67	8.99	13.31	17.63	21.95	26.27	30.59	34.92	39.24	43.56	
65	4.71	9.08	13.46	17.84	22.21	26.59	30.97	35.34	39.72	44.10	
70	4.75	9.18	13.61	18.04	22.47	26.91	31.34	35.77	40.20	44.63	
75	4.78	9.27	13.76	18.25	22.73	27.22	31.71	36.20	40.68	45.17	
80	4.82	9.37	13.91	18.45	22.99	27.54	32.08	36.62	41.16	45.71	
85	4.86	9.46	14.06	18.66	23.25	27.85	32.45	37.05	41.65	46.24	
90	4.90	9.55	14.21	18.86	23.51	28.17	32.82	37.47	42.13	46.78	
95	4.94	9.65	14.36	19.06	23.77	28.48	33.19	37.90	42.61	47.32	
100	4.98	9.74	14.50	19.27	24.03	28.80	33.56	38.33	43.09	47.86	

  

Göknar		Kütük çapları(cm)									
Kütük Boyu(cm)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
5	41.36	45.07	48.78	52.49	56.20	59.91	63.62	67.33	71.05	74.76	
10	41.95	45.72	49.48	53.25	57.02	60.78	64.55	68.32	72.08	75.85	
15	42.54	46.37	50.19	54.01	57.83	61.65	65.47	69.30	73.12	76.94	
20	43.14	47.01	50.89	54.77	58.65	62.52	66.40	70.28	74.15	78.03	
25	43.73	47.66	51.59	55.53	59.46	63.39	67.33	71.26	75.19	79.12	
30	44.32	48.31	52.30	56.29	60.27	64.26	68.25	72.24	76.23	80.22	
35	44.91	48.96	53.00	57.05	61.09	65.13	69.18	73.22	77.26	81.31	
40	45.51	49.61	53.71	57.80	61.90	66.00	70.10	74.20	78.30	82.40	
45	46.10	50.25	54.41	58.56	62.72	66.87	71.03	75.18	79.34	83.49	
50	46.69	50.90	55.11	59.32	63.53	67.74	71.95	76.16	80.37	84.58	
55	47.29	51.55	55.82	60.08	64.35	68.61	72.88	77.14	81.41	85.67	
60	47.88	52.20	56.52	60.84	65.16	69.48	73.80	78.13	82.45	86.77	
65	48.47	52.85	57.22	61.60	65.98	70.35	74.73	79.11	83.48	87.86	
70	49.06	53.50	57.93	62.36	66.79	71.22	75.66	80.09	84.52	88.95	
75	49.66	54.14	58.63	63.12	67.61	72.09	76.58	81.07	85.56	90.04	
80	50.25	54.79	59.34	63.88	68.42	72.96	77.51	82.05	86.59	91.13	
85	50.84	55.44	60.04	64.64	69.24	73.83	78.43	83.03	87.63	92.23	
90	51.44	56.09	60.74	65.40	70.05	74.70	79.36	84.01	88.66	93.32	
95	52.03	56.74	61.45	66.16	70.86	75.57	80.28	84.99	89.70	94.41	
100	52.62	57.39	62.15	66.91	71.68	76.44	81.21	85.97	90.74	95.50	

Tablo 7. Kayın için, kütük çapı-kütük boyuna bağlı olarak çift girişli  $d_{1,30}$  çapı tablosu.

Kayın		Kütük çapları(cm)								
Kütük Boyu(cm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	4.55	8.68	12.66	16.56	20.39	24.17	27.90	31.60	35.27	38.92
10	4.76	9.08	13.25	17.33	21.34	25.30	29.21	33.08	36.92	40.73
15	4.89	9.33	13.61	17.80	21.92	25.98	30.00	33.98	37.92	41.84
20	4.98	9.51	13.87	18.14	22.34	26.48	30.57	34.63	38.65	42.64
25	5.05	9.65	14.08	18.41	22.67	26.87	31.03	35.14	39.22	43.27
30	5.12	9.76	14.25	18.63	22.94	27.20	31.40	35.57	39.69	43.79
35	5.17	9.86	14.40	18.82	23.18	27.47	31.72	35.93	40.10	44.24
40	5.21	9.95	14.52	18.99	23.38	27.72	32.00	36.25	40.45	44.63
45	5.25	10.03	14.64	19.14	23.57	27.93	32.25	36.53	40.77	44.98
50	5.29	10.10	14.74	19.27	23.73	28.13	32.48	36.78	41.05	45.29
55	5.32	10.16	14.83	19.39	23.88	28.31	32.68	37.02	41.31	45.58
60	5.35	10.22	14.92	19.51	24.02	28.47	32.87	37.23	41.55	45.84
65	5.38	10.27	14.99	19.61	24.14	28.62	33.04	37.43	41.77	46.08
70	5.41	10.32	15.07	19.70	24.26	28.76	33.21	37.61	41.97	46.31
75	5.43	10.37	15.14	19.79	24.37	28.89	33.36	37.78	42.17	46.52
80	5.46	10.42	15.20	19.88	24.48	29.01	33.50	37.94	42.35	46.72
85	5.48	10.46	15.26	19.96	24.57	29.13	33.63	38.09	42.51	46.90
90	5.50	10.50	15.32	20.03	24.67	29.24	33.76	38.24	42.68	47.08
95	5.52	10.53	15.37	20.10	24.76	29.34	33.88	38.37	42.83	47.25
100	5.54	10.57	15.43	20.17	24.84	29.44	33.99	38.50	42.97	47.41

  

Kayın		Kütük çapları(cm)								
Kütük Boyu(cm)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5	42.53	46.13	49.70	53.26	56.80	60.32	63.83	67.32	70.81	74.28
10	44.52	48.28	52.03	55.75	59.45	63.14	66.81	70.47	74.12	77.75
15	45.73	49.59	53.43	57.26	61.06	64.85	68.62	72.38	76.12	79.85
20	46.60	50.54	54.46	58.35	62.23	66.09	69.94	73.76	77.58	81.38
25	47.29	51.29	55.26	59.22	63.15	67.07	70.97	74.86	78.73	82.59
30	47.86	51.91	55.93	59.93	63.92	67.88	71.83	75.76	79.68	83.58
35	48.35	52.44	56.50	60.55	64.57	68.57	72.56	76.54	80.49	84.44
40	48.78	52.90	57.00	61.08	65.14	69.18	73.20	77.21	81.21	85.18
45	49.16	53.31	57.45	61.56	65.65	69.72	73.78	77.81	81.84	85.85
50	49.50	53.69	57.85	61.99	66.11	70.21	74.29	78.36	82.41	86.45
55	49.81	54.02	58.21	62.38	66.52	70.65	74.76	78.85	82.93	86.99
60	50.10	54.34	58.55	62.74	66.90	71.05	75.19	79.30	83.40	87.49
65	50.37	54.62	58.86	63.07	67.26	71.43	75.58	79.72	83.85	87.95
70	50.61	54.89	59.14	63.38	67.59	71.78	75.95	80.11	84.26	88.38
75	50.84	55.14	59.41	63.66	67.90	72.11	76.30	80.48	84.64	88.79
80	51.06	55.38	59.67	63.94	68.18	72.41	76.63	80.82	85.00	89.17
85	51.26	55.60	59.91	64.19	68.46	72.70	76.93	81.14	85.34	89.52
90	51.46	55.81	60.13	64.43	68.72	72.98	77.22	81.45	85.66	89.86
95	51.64	56.01	60.35	64.66	68.96	73.24	77.50	81.74	85.97	90.18
100	51.82	56.20	60.55	64.88	69.19	73.49	77.76	82.02	86.26	90.49

Tablo 8. Karaçam için, kütük çapı-kütük boyuna bağlı olarak çift girişli  $d_{1.30}$  çapı tablosu.

Karaçam		Kütük çapları(cm)								
Kütük Boyu(cm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	3.40	7.12	10.98	14.93	18.95	23.03	27.15	31.32	35.52	39.75
10	3.53	7.41	11.43	15.54	19.73	23.97	28.26	32.60	36.97	41.37
15	3.62	7.59	11.70	15.91	20.19	24.54	28.93	33.37	37.84	42.35
20	3.68	7.71	11.90	16.18	20.53	24.95	29.42	33.93	38.48	43.06
25	3.73	7.81	12.05	16.39	20.80	25.27	29.80	34.37	38.97	43.62
30	3.77	7.90	12.18	16.56	21.02	25.54	30.11	34.73	39.39	44.08
35	3.80	7.97	12.29	16.71	21.21	25.77	30.38	35.04	39.74	44.47
40	3.83	8.03	12.38	16.84	21.37	25.97	30.62	35.31	40.05	44.82
45	3.85	8.08	12.47	16.95	21.52	26.14	30.82	35.55	40.32	45.12
50	3.88	8.13	12.54	17.06	21.65	26.30	31.01	35.77	40.56	45.40
55	3.90	8.18	12.61	17.15	21.77	26.45	31.18	35.96	40.79	45.65
60	3.92	8.22	12.67	17.24	21.88	26.58	31.34	36.15	40.99	45.88
65	3.94	8.26	12.73	17.32	21.98	26.70	31.49	36.31	41.18	46.09
70	3.95	8.29	12.79	17.39	22.07	26.82	31.62	36.47	41.36	46.29
75	3.97	8.32	12.84	17.46	22.16	26.93	31.75	36.61	41.52	46.47
80	3.98	8.36	12.89	17.52	22.24	27.03	31.86	36.75	41.68	46.65
85	4.00	8.39	12.93	17.59	22.32	27.12	31.98	36.88	41.83	46.81
90	4.01	8.41	12.97	17.64	22.39	27.21	32.08	37.00	41.96	46.96
95	4.02	8.44	13.02	17.70	22.46	27.30	32.18	37.12	42.09	47.11
100	4.04	8.46	13.05	17.75	22.53	27.38	32.28	37.23	42.22	47.25

  

Karaçam		Kütük çapları(cm)								
Kütük Boyu(cm)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5	44.01	48.30	52.61	56.95	61.30	65.68	70.08	74.49	78.92	83.36
10	45.81	50.27	54.76	59.27	63.80	68.36	72.93	77.53	82.14	86.76
15	46.89	51.46	56.05	60.67	65.31	69.98	74.66	79.36	84.08	88.82
20	47.68	52.32	56.99	61.69	66.41	71.15	75.91	80.69	85.49	90.30
25	48.29	53.00	57.73	62.49	67.27	72.07	76.89	81.74	86.60	91.47
30	48.80	53.56	58.34	63.15	67.98	72.83	77.71	82.60	87.51	92.44
35	49.24	54.04	58.86	63.71	68.59	73.48	78.40	83.34	88.29	93.27
40	49.62	54.46	59.32	64.21	69.12	74.05	79.01	83.98	88.98	93.99
45	49.96	54.83	59.72	64.64	69.59	74.56	79.55	84.55	89.58	94.63
50	50.26	55.16	60.09	65.04	70.01	75.01	80.03	85.07	90.13	95.21
55	50.54	55.47	60.42	65.40	70.40	75.42	80.47	85.54	90.63	95.73
60	50.80	55.74	60.72	65.73	70.75	75.80	80.88	85.97	91.08	96.21
65	51.03	56.00	61.00	66.03	71.08	76.15	81.25	86.37	91.50	96.66
70	51.25	56.24	61.26	66.31	71.39	76.48	81.60	86.74	91.90	97.07
75	51.45	56.47	61.51	66.58	71.67	76.79	81.92	87.08	92.26	97.46
80	51.65	56.68	61.74	66.83	71.94	77.07	82.23	87.41	92.61	97.82
85	51.83	56.88	61.95	67.06	72.19	77.34	82.52	87.71	92.93	98.17
90	52.00	57.06	62.16	67.28	72.43	77.60	82.79	88.00	93.24	98.49
95	52.16	57.24	62.35	67.49	72.65	77.84	83.05	88.28	93.53	98.80
100	52.32	57.41	62.54	67.69	72.87	78.07	83.30	88.54	93.81	99.09

### Kaynaklar

Alemdağ, İ.Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarının Gelişimi Hasılatı ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:11,160s.  
Demaerschalk J.P., Omule, S.A.Y., 1982. Estimating Breast Height Diameter from Stump Measurements in British Columbia, Forest Chronicle, 58(3):143-145.  
Giray, N., 1982. Ağaçlarda Kütük Çapı, Orta Çap, Göğüs Çapı İlişkisi. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt No:28, Sayı:56, 69-79.  
Heilgmann, R., Goltz, M and Dale, M., 1984. Predicting Board-Foot Tree Volume From Stump Diameter for Eight Hardwood Species in Ohio. The Ohio Academy of Science 84(5):259-263,

Johnson, D.S., Weigel, D.R., 1990. Models for Estimating DBH from Stump Diameter for Southern Indiana Oaks, Northern Journal of Applied Forestry. 7(2): 79-81.

Kalipsız, A., 1993. Dendrometri. İ.Ü. Yayın No:3793. Fakülte Yayın No:426. ISBN 975-404-358-2. 407s. İstanbul.

Özçelik, R., 2005. Mut Orman İşletmesinde Karaçam, Sedir ve Kızılcım Ağaç Türleri İçin Dip Çap-Göğüs Çapı İlişkileri. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9-3, 83-91.

Özer, E., 1981. Sarıçamlarda Kütük Çapından Yararlanarak Göğüs Çapının Bulunması. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt No:53, Sayı:27, 20-23.



Uğurlu, S., Özer, E., 1977. Kızılcamlarda Kütük Çapından Yararlanarak Göğüs Çapının Bulunması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt No:23, Sayı:1, 71-77.

Wiant, H.U. Jr., Williams, T.B., 1987. Lower Bole Diameter and Wolume of Appalachian Hardwoods, Northern Journal of Applied Forestry, 4 (212).

Yavuz, H., 1996. Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam Ağaç Türlerimize İlişkin Dip Çap-Göğüs Çapı-Orta Çap İlişkileri ile Kabuk Hacminin Hesaplanması. K.T.Ü. Orman Fakültesi Bahar Seminerleri, Seminer No:2, 67-75.

Yavuz, H., 2000. Dişbudak Ağaç Türü için Dip Kütük Çapı ile Göğüs Çapı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Güz Seminerleri, Seminer No:7.