

ZONGULDAK ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ'NDEKİ ULUDAĞ GÖKNARI, SARIÇAM VE DOĞU KAYINI KARIŞIK MEŞCERELERİNDEKİ ÇAP-ÇAP ARTIMI İLİŞKİSİ, KABUK FAKTÖRLERİ VE ÇİFT KABUK KALINLIKLARI

Birsen DURKAYA, Ali DURKAYA
ZKÜ Bartın Orman Fakültesi, 74100 BARTIN

ÖZET

Bu çalışma ile Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını karışık meşcerelerindeki, çap-çap artımı ilişkisi gölgeli ve güneşli bakılara göre iki kısımda incelenmiştir. Ayrıca, kabuklu göğüs çapı-kabuksuz göğüs çapı ilişkisi ve bu ilişkiye dayanılarak her bir tür için kabuk faktörleri hesaplanmıştır. Hesaplanan kabuk faktörleri kullanılarak kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları tablolar halinde sunulmuştur. Ağaç türlerine göre çift kabuk kalınlığı- göğüs çapı ilişkisi incelenerek türlere ait kabuklu çaplara karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları tablolar halinde düzenlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uludağ göknarı, sarıçam, doğu kayını, kabuk, çap.

RELATIONS DIAMETER-DIAMETER INCREMENT, BARK FACTORS AND DOUBLE BARK THICKNESS OF MIXED STANDS OF ULUDAG FIR, SCOTCH PINE AND BEECH IN ZONGULDAK FOREST ADMINISTRATION

ABSTRACT

Correlation between diameter-diameter increments in mixed stands of Uludağ fir, scots pine and beech at Zonguldak Forest Administration was studied according to sunny and shady aspect groups. In addition, relationships between diameter over bark and barkless diameter at breast height were determined and based on these relationships bark factors were calculated. Using bark factors, barkless diameters for each diameter over bark at breast height were determined and given as tables. Double bark thickness-diameter at breast height for each tree species.

Key Words: Uludağ fir, Scotch pine, beech, bark, diameter.

1. GİRİŞ

Orman işletmeleri ormandan çıkardıkları kalın çaplı envalleri (özellikle iğne yapraklı türler) kabuksuz olarak pazarlamaktadır. Dolayısıyla, bu ağaçların dikili halde iken kabuksuz hacim miktarlarının güvenle tahmin edilebilmesi ormancılık çalışmalarında önem kazanır. Dikili ağaçların kabuksuz hacim değerlerinin bilinmesi için, öncelikle kabuklu göğüs çapı/kabuksuz göğüs çapı ilişkisinin bilinmesi gerekir. Bu katsayı kullanılarak kabuklu hacim değerleri, kabuksuz hacim değerlerine kolayca dönüştürülebilmektedir. Bu aşamada ölçülen kabuklu çapların kabuksuz çap değerlerine dönüştürülmesi, kabuksuz hacimlerin güvenle belirlenebilmesi açısından önem kazanmaktadır.

Bu çalışma ile Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını karışık meşcereleri için, uygulamaya yönelik sonuçlar çıkarılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL

Hasılat araştırmalarında ölçülmesi öngörülen örnek alan sayısının, meşcerelerin bulunduğu yerlere, alanlarıyla orantılı olacak biçimde dağıtılması amaçlanır. Geçici örnek alanlar, müdahale görmemiş, normal kapalılıkta, değişik yetişme ortamlarını ve kuruluşlarını temsil eden Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayından oluşan karışık meşcerelerden alınmıştır. Böylece örnek alanların değişik yükselti, eğim, bakı, verim sınıfı ve ormanın gelişim çağlarını temsil etmelerine çalışılmıştır. Örnek alanlar 50x50 m boyutlarında kare şeklinde alınmıştır.

2001, 2002 ve 2003 yılları yaz aylarındaki 9 aylık arazi çalışması ile Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içinden toplam 31 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanların yerleri ve özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alanların genel ve lokal konumlarına ait bilgiler.

No	İşletme Müdürlüğü	Seri	Rakım (m)	Bakı	Eğim %	Arazi Şekli	Alan (ha)
1	Ulus	Uluyayla	940	K-KB	10-12	Orta yamaç	0.25
2	Ulus	Uluyayla	950	K	15	Orta yamaç	0.25
3	Ulus	Uluyayla	945	K	20	Orta yamaç	0.25
4	Ulus	Uluyayla	1090	G	20	Orta yamaç	0.25
5	Ulus	Uluyayla	1035	G	25-30	Orta yamaç	0.25
6	Ulus	Uluyayla	1055	G-GD	30	Orta yamaç	0.25
7	Karabük	Keltepe	1345	K- KB	25	Orta yamaç	0.25
8	Karabük	Keltepe	1380	K- KB	15-20	Orta yamaç	0.25
9	Karabük	Keltepe	1335	B	20-25	Orta yamaç	0.25
10	Karabük	Keltepe	1365	B-KD	10-15	Orta yamaç	0.25
11	Karabük	Keltepe	1315	B-KD	20	Orta yamaç	0.25
12	Bartın	Sökü	1100	G	30	Orta yamaç	0.25
13	Bartın	Sökü	1190	G	35-40	Orta yamaç	0.25
14	Bartın	Sökü	1220	G	25-30	Orta yamaç	0.25
15	Bartın	Sökü	1150	GB	35-40	Orta yamaç	0.25
16	Bartın	Sökü	1120	GB	35-40	Orta yamaç	0.25
17	Bartın	Merkez	1070	GD	25	Orta yamaç	0.25
18	Bartın	Merkez	1100	G	25-30	Orta yamaç	0.25
19	Bartın	Merkez	1130	GD	10-15	Orta yamaç	0.25
20	Bartın	Merkez	1150	GD	10-15	Orta yamaç	0.25
21	Yenice	Çitdere	1290	KB	15-20	Orta yamaç	0.25
22	Yenice	Çitdere	1220	KB	35-40	Orta yamaç	0.25
23	Yenice	Çitdere	1150	D	25-30	Orta yamaç	0.25
24	Yenice	Çitdere	1210	KD	40	Orta yamaç	0.25
25	Yenice	Çitdere	1200	K	20	Orta yamaç	0.25
26	Dirgine	Çaldere	1180	D	35	Orta yamaç	0.25
27	Dirgine	Çaldere	1230	D	45	Orta yamaç	0.25
28	Dirgine	Çaldere	1200	D	45	Orta yamaç	0.25
29	Dirgine	Çaldere	1050	B	60	Orta yamaç	0.25
30	Dirgine	Karadere	1140	B	15	Orta yamaç	0.25
31	Dirgine	Karadere	1150	B	10	Orta yamaç	0.25

3. METOD

Örnek alanda göğüs çapı ölçümü aşağıdan başlanılarak ve yükselti eğrilerine paralel yönde şeritler halinde gidilerek gerçekleştirilmiştir. Ölçülen her ağaca numara verilmiş, türü, bulunduğu tabaka belirlenmiş, birbirine dik iki yönde göğüs çapı ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır. Çap ölçümünde mm bölümlü çap ölçerler

kullanılmıştır. Çapı 4 cm'yi geçen tüm ağaçların çapları ölçülmüştür. Ayrıca örnek alanlardan, 28 adet Uludağ göknarı, 27 adet sarıçam ve 27 adet doğu kayını kesilerek ikişer metrelik seksiyonlarına ayrılmış ve gövde analizleri yapılmıştır.

Ağaçlar çap basamaklarına dağıtılarak alınan örnek ağaçlar üzerinde, tür, göğüs çapı, yaş ve 1.30 m'deki yıllık halka sayıları, kabuk ölçer ile dikili ağaçlar üzerinde birbirine dik yönde kabuk kalınlıkları, son 10 yıllık halka kalınlığı ölçülmüştür.

Veriler üzerinde çeşitli istatistiki analizler yapılmıştır. Ayrıca regresyon denklemlerine de yer verilmiştir. Regresyon denklemlerinin katsayılarının ve diğer istatistiklerin hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi esas alınmıştır. Denklemlerin verilere uygunluğu F testi ile denetlenmiştir. Ayrıca regresyon denklemlerine ait hata varyansı (Se) da hesaplanmıştır. Örnek alanlarda yapılan ölçümler ve saptanan bilgiler bilgisayar ortamında Windows Excel kullanılarak işlenip değerlendirilmiştir.

Kabuklu göğüs çapı-kabuksuz göğüs çapı ilişkisi

Hasılat araştırmalarında, örnek alanlardan alınan artım kalemleri (5, 10, 20 yıllık) ölçülmekte ve grafik ve matematiksel yöntemle dengelenerek, belirli esaslara dayanan formüller yardımıyla hektardaki artım değerlerine ulaşılabilmektedir. Bu hesaplamalarda ulaşılan değerler kabuksuz artım değerleri olup, kabuklu değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Zira bu haliyle kullanıldığı takdirde hacim artımı sistematik bir şekilde gerçek değerinden küçük hesaplanacaktır. Bu sistematik hatayı giderebilmek için, kabuksuz artım değerinin belirli bir katsayı ile çarpılarak kabuklu artım değerine dönüştürülmesi gereklidir. İşte bu katsayı "kabuk faktörü" olarak isimlendirilmektedir (Kalıpsız, 1993). Kabuk faktörünün hesaplanması ve uygulamada kullanılabilmesi için, kabuklu göğüs çapı ile kabuksuz göğüs çapı ilişkisinin bilinmesi gerekmektedir. Ağacın göğüs yüksekliğindeki kabuklu çapın kabuksuz çapa oranı olarak tanımlanan kabuk faktörü $d_{kbs}=a_0+a_1d_{kbl}$ şeklinde bir istatistik bağıntı ile ifade edilmektedir (Meyer, 1942)

Bu çalışmada örnek alanlarda dikili ağaçlardan birbirine dik iki yönde ve gövde analizlerinde 1.30 m'deki kesitten 4 yönde mm doğrulukla kabuk kalınlıkları ölçülmüştür. Örnek ağaçlarda ölçülen bu iki kabuk kalınlığının toplamı ve gövde analizlerinde 4 yarıçap üzerindeki kabuk kalınlığının yarısı alınarak ağaçların kabuk kalınlıkları hesaplanmıştır. Tespit edilen kabuk kalınlıkları çaptan çıkarılarak ağaçların kabuksuz çap değerleri elde edilmiştir.

$$d_{kbs}=d_{kbl}-2b \quad (1)$$

Burada;

d_{kbs} : örnek ağacın kabuksuz çap değerini (cm)

d_{kbl} : örnek ağacın kabuklu çap değerini (cm)

2b: örnek ağaca ait çift kabuk kalınlığını (mm)

Sonra her bir ağaç türü için, kabuklu çap değerleri apsis eksenine kabuksuz çap değerleri de ordinat eksenine taşınarak, koordinat sisteminde ilişkileri görselleştirilmiştir.

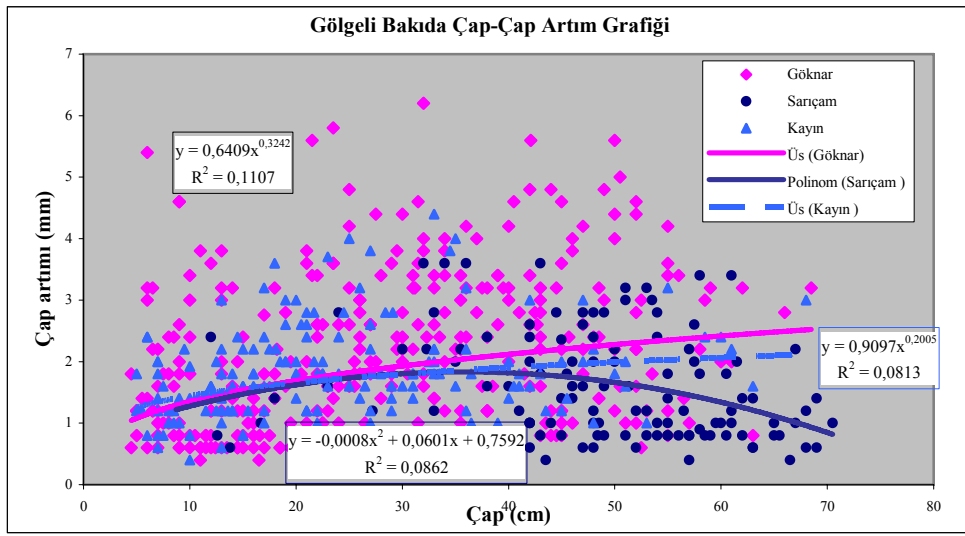
Çift kabuk kalınlığı -göğüs çapı ilişkisi

Ağaçlarda uç tomurcuğun ve kambiyum tabakasının yılın vejetasyon evresinde faaliyete geçmesiyle yıllık çap ve boy artımları meydana gelmektedir. Göğüs çapının kalınlaşması ile birlikte gövde kabuğunun kalınlığı da artmaktadır (Fırat, 1972; Kalıpsız, 1988). Bu çalışmada örnek alanlardan ölçülen kabuk kalınlıkları ve gövde analiz yapılan ağaçlardan alınan göğüs çapı ve kabuk kalınlıkları ilişkisi incelenmiştir. Ağaçların göğüs çapları apsis eksenine ve çift kabuk kalınlıkları ordinat eksenine olmak üzere koordinat eksenine taşınmıştır. Noktalar dağılımına uyan regresyon modelleri denenmiştir. Göğüs yüksekliğindeki çift kabuk kalınlığı göğüs çapına bağlı olarak çeşitli fonksiyonlarla belirlenmektedir (Loetsch et. al. 1975).

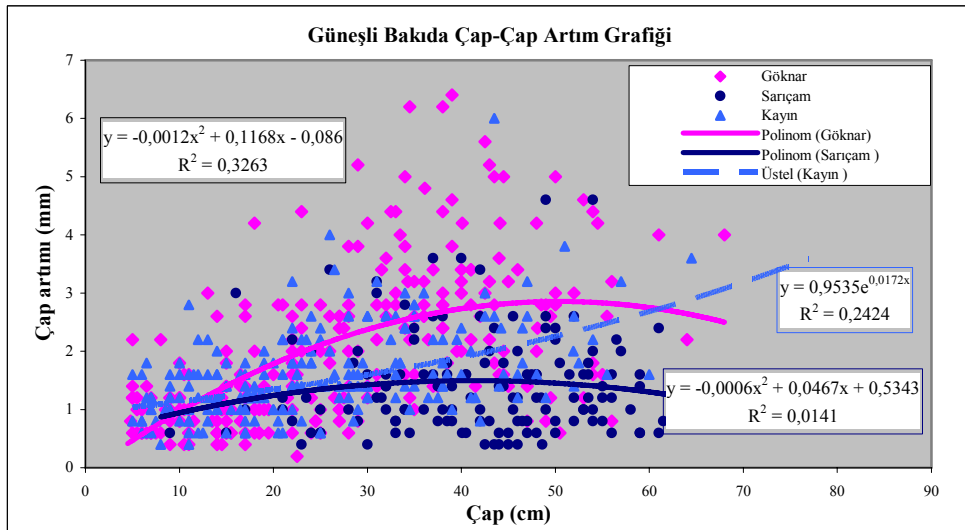
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çap-çap artımı ilişkisi

Çap-çap artımı ilişkisinin bulunması amacıyla her örnek alandaki örnek ağaçlara ait kabuklu göğüs çapları (d-cm) ile son 10 yıllık periyodik kabuksuz çap artımları koordinat sistemine taşınmıştır ve Uludağ göknarı, sarıçam ve doğu kayını türleri için, bakılara göre (gölgeli ve güneşli) kıyaslamalı olarak gelişimlerini gösteren grafikler (Şekil 1, 2) elde edilmiştir. Ağaç türlerine göre tek tek incelendiğinde; noktalar dağılımının çok geniş alanlara dağılmasından dolayı çap-çap artım ilişkilerinin çoğul belirtme ve dolayısıyla korelasyon katsayılarının beklenildiği gibi küçük çıktığı görülmüştür. Noktaların geniş dağılım yapmaları değişik yaşlı meşcerelerde aynı çaptaki ağaçların çok farklı çap artımı yapmalarından ileri gelmektedir. Hem gölgeli bakılarda hem de güneşli bakılarda çap-çap artımı arasındaki ilişkinin Uludağ göknarının doğu kayınından, doğu kayınından da sarıçamdan daha kuvvetli olduğu görülmektedir (Şekil 1, Şekil 2).



Şekil 1. Gölgeli bakılarda ağaç türlerine göre çap-çap artım ilişkisi



Şekil 2. Güneşli bakılarda ağaç türlerine göre çap-çap artım ilişkisi

Kabuklu göğüs çapı-kabuksuz göğüs çapı ilişkisi

Örnek alanlardan alınan artım kalemleri (5, 10, 20 yıllık) ölçülmekte ve grafik ve matematiksel yöntemle dengelenerek, belirli esaslara dayanan formüller yardımıyla hektardaki artım değerlerine ulaşılabilmektedir. Hesaplamalarda ulaşılan değerler kabuksuz artım değerleri olup, kabuklu değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Zira bu haliyle kullanıldığı taktirde hacim artımı sistematik bir şekilde gerçek değerinden küçük hesaplanacaktır. Meydana gelen sistematik hatayı giderebilmek için, kabuksuz artım değerinin belirli bir katsayı ile çarpılarak kabuklu artım değerine dönüştürülmesi gereklidir.

Göknaar için düzenlenen grafikte kabuklu çap ile kabuksuz çap arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu görülmüştür (Şekil 3) Doğrunun denklemi $d_{kbl}=1.030d_{kbs}+0.4865$ olarak bulunmuştur.

Denklemin istatistikleri;

$R=0.999$, $R^2=0.999$, $F= 447825,6$, $Se=0.455$ şeklindedir.

Denklemin verilere uygunluğu test edilmiş ve F değerinin %1 güven düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. Model katsayıları incelendiğinde a katsayısının nispeten küçük olduğundan ilişkiyi gösteren noktaların genel eğiliminin orijinden geçen bir doğru şeklinde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla a katsayısının ihmal edilmesi halinde denklem $d_{kbl}=1.049d_{kbs}$ şekline dönüşmektedir. Bu doğrunun eğimi kabuk faktörünü vermektedir.

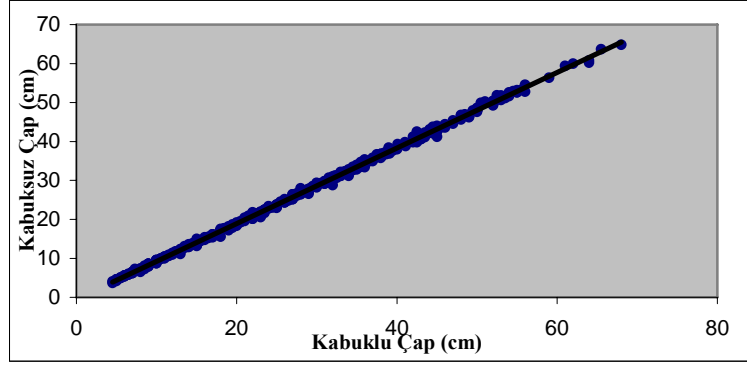
$b=d_{kbl}/d_{kbs}$ denkleminde göknaar türü için, kabuk faktörü 1.049 olarak hesaplanmıştır. Keza Saraçoğlu (1988) tarafından 1.058 olarak hesaplanmıştır. Kalıpsız (1984), Prodan (1965)'a atfen 1.04 olarak alınabileceğini belirtmiştir. Bu kabuk faktörü kullanılarak kabuklu ya da kabuksuz çaplara ve kabuk kalınlıklarına ulaşmak mümkün olmaktadır.

$$d_{kbs} = \frac{d_{kbl}}{1.049} \quad (2)$$

Göknaar için yukarıdaki formül yardımıyla hesaplanmış kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Uludağ göknaarında kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları

d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)
4	3,8132	22	20,9726	40	38,132	58	55,2914
6	5,7198	24	22,8792	42	40,0386	60	57,198
8	7,6264	26	24,7858	44	41,9452	62	59,1046
10	9,533	28	26,6924	46	43,8518	64	61,0112
12	11,4396	30	28,599	48	45,7584	66	62,9178
14	13,3462	32	30,5056	40	38,132	68	64,8244
16	15,2528	34	32,4122	52	49,5716	70	66,731
18	17,1594	36	34,3188	54	51,4782	72	68,6376
20	19,066	38	36,2254	56	53,3848	74	70,5442



Şekil 3. Örnek alanlara ait Uludağ göknarı kabuklu çap kabuksuz çap grafiği.

Sarıçam türüne ait kabuklu çap kabuksuz çap değerlerinin koordinat eksenlerine taşınmasıyla noktalar dağılımının yaklaşık bir doğru şeklinde olduğu görülmüştür (Şekil 4). Bu doğrunun denklemi, $d_{kbl}=1.048d_{kbs}$ şeklinde bulunmuştur.

Denklemin istatistikleri;

$R= 0.995$, $R^2=0.991$, $F=22327.83$, $Se= 1.200$ şeklindedir.

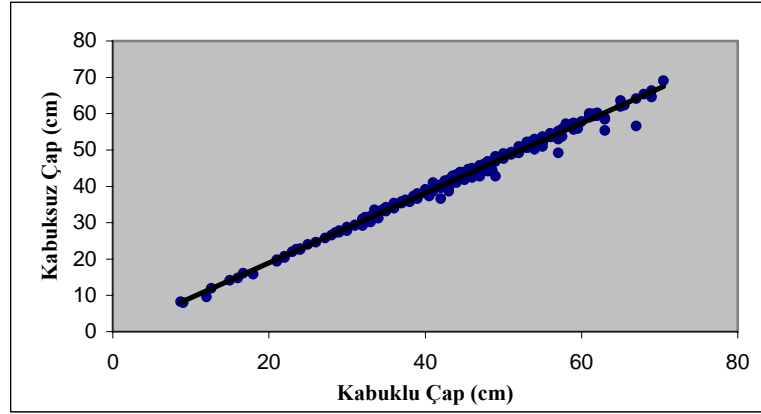
Bu modelin verilere uygunluğu F testi ile denetlenmiş ve 0.001 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmıştır. Bu durumda kabuk faktörü $b=d_{kbl}/d_{kbs}$ denkleminde sarıçam için 1.048 olarak belirlenmiştir. Keza Kalıpsız (1984) Prodan (1965)'a atfen 1.120 olarak alınabileceğini belirtmiştir. Bu kabuk faktörü kullanılarak kabuklu ya da kabuksuz çaplara ve kabuk kalınlıklarına ulaşmak mümkün olmaktadır.

$$d_{kbs} = \frac{d_{kbl}}{1.048} \quad (3)$$

Sarıçam için, yukarıdaki formül yardımıyla hesaplanmış kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sarıçamda kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları.

d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)
4	3,8168	22	20,9924	40	38,168	58	55,3436
6	5,7252	24	22,9008	42	40,0764	60	57,252
8	7,6336	26	24,8092	44	41,9848	62	59,1604
10	9,542	28	26,7176	46	43,8932	64	61,0688
12	11,4504	30	28,626	48	45,8016	66	62,9772
14	13,3588	32	30,5344	40	38,168	68	64,8856
16	15,2672	34	32,4428	52	49,6184	70	66,794
18	17,1756	36	34,3512	54	51,5268	72	68,7024
20	19,084	38	36,2596	56	53,4352	74	70,6108



Şekil 4. Örnek alanlara ait sarıçam kabuklu çap kabuksuz çap grafiği.

Doğu kayını için düzenlenen grafiğin (Şekil 5) denklemi $d_{kbl}=1.030d_{kbs}$ şeklinde bulunmuştur.

Denklemin istatistikleri;

$R= 0.999$, $R^2=0.999$, $F=565028.4$, $Se= 0.3017$ şeklindedir.

Bu modelin verilere uygunluğu F testi ile denetlenmiş ve 0.001 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu anlaşılmıştır.

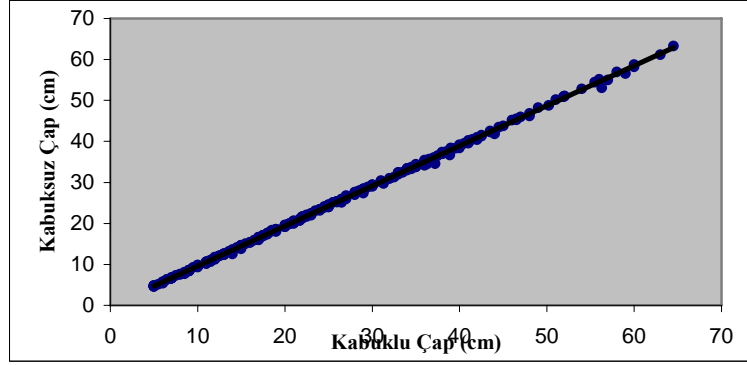
$k = d_{kbl}/d_{kbs}$ denkleminde doğu kayını için, kabuk faktörü 1.030 olarak bulunmuştur. Keza Carus (1998) tarafından 1.035 olarak bulunmuştur. Prodan (1965)'a atfen Kalıpsız (1984) kabuk faktörünün 1.025 olarak alınabileceğini belirtmiştir. Bu kabuk faktörü kullanılarak kabuklu ya da kabuksuz çaplara ve kabuk kalınlıklarına ulaşmak mümkün olmaktadır.

$$d_{kbs} = \frac{d_{kbl}}{1.030} \quad (4)$$

Doğu kayını için, yukarıdaki formül yardımıyla hesaplanmış kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Doğu kayınında kabuklu göğüs çaplarına karşılık gelen kabuksuz göğüs çapları.

d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)	d_{kbl} (cm)	d_{kbs} (cm)
4	3,8832	22	21,3576	40	38,832	58	56,3064
6	5,8248	24	23,2992	42	40,7736	60	58,248
8	7,7664	26	25,2408	44	42,7152	62	60,1896
10	9,708	28	27,182	46	44,6568	64	62,1312
12	11,6496	30	29,124	48	46,5984	66	64,0728
14	13,5912	32	31,066	40	38,832	68	66,0144
16	15,5328	34	33,007	52	50,4816	70	67,956
18	17,4744	36	34,9488	54	52,4232	72	69,8976
20	19,416	38	36,8904	56	54,3648	74	71,8392



Şekil 5. Örnek alanlara ait doğu kayını kabuklu çap kabuksuz çap grafiği.

Çift kabuk kalınlığı -göğüs çapı ilişkisi

Kabuk kalınlığı, ağacın türüne, yaşına ve bulunduğu yerin bonitetine esasta bağlı olmasına karşın kabuk kalınlığı üzerinde ağacın genetik özellikleri ve komşuluk ilişkileri de etkili olmaktadır (Fırat, 1972). Çift kabuk kalınlığının kabuklu göğüs çapı ile olan ilişkisi, grafik üzerindeki noktalar dağılımının genel eğilimine uyan bir eğri veya doğruyla saptanmaktadır. Saraçoğlu (1988) değişik yaşlı göknar ormanlarında, göğüs çapı ile çift kabuk kalınlığı arasında %79 oranında bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Carus (1998) aynı yaşlı kayın ormanlarında göğüs çapı ile çift kabuk kalınlığı arasında % 43 oranında bir ilişki bulmuştur. Kalıpsız (1962) doğu kayınında göğüs çapı ile çift kabuk kalınlığı arasındaki ilişkiyi grafiksel yolla parabol kolu şeklinde dengelemiştir.

Bu çalışmada örnek alanlardan ölçülen göğüs çapları ile kabuk kalınlıkları ve gövde analizi yapılan ağaçlarda ölçülen göğüs çapı ve kabuk kalınlıkları arasındaki ilişki aşağıdaki gibi incelenmiştir.

Ağaçların göğüs çapları apsis eksenine ve çift kabuk kalınlıkları ordinat eksenine taşınarak Şekil 6 elde edilmiştir. Noktalar dağılımına uyan regresyon modelleri denenmiştir. Bu modeller arasından en uygun olanı her bir ağaç türü için seçilmiştir. Uludağ göknarı için noktalar dağılımına en uygun model;

$$\ln(2b) = \ln(a_0) + a_1 \ln(d) \quad (5)$$

olmuştur.

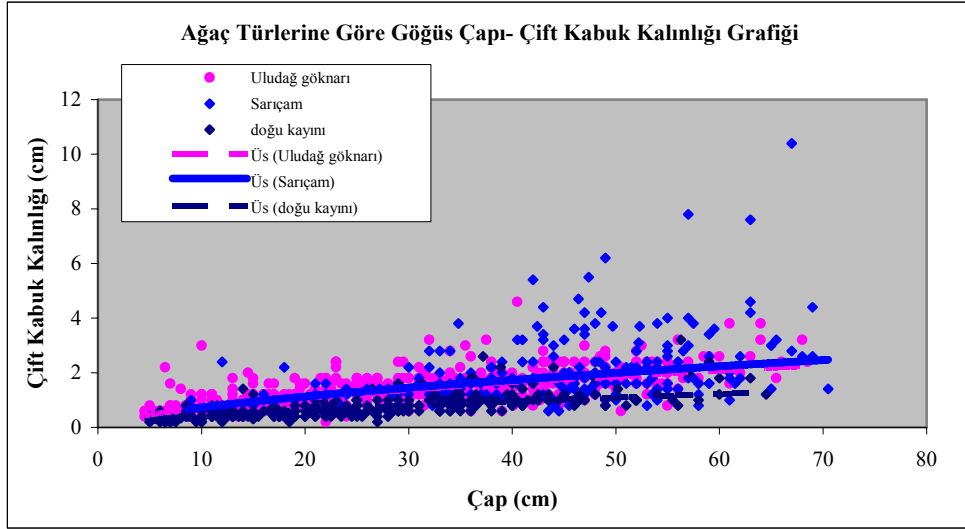
Bu modele ait katsayılar ve istatistikler aşağıda verilmiştir.

$$a_0 = -1,71499 \quad a_1 = 0,597363 \quad R = 0,748 \quad R^2 = 0,559 \quad F = 650,48 \quad Se = 0,3429$$

Buna göre çift kabuk kalınlığındaki değişimin % 55,9'una göğüs çapı neden olmaktadır. Saraçoğlu (1988) bu oranı %79 olarak bulmuştur. Denklem cm göğüs çaplarına karşılık, göğüs yüksekliğindeki çift kabuk kalınlıklarını cm olarak vermektedir. Bu denklem yardımıyla hesaplanan çift kabuk kalınlıkları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Uludağ göknarı için kabuklu göğüs çaplarına (d-cm) karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları (2b-cm).

d	2b	d	2b	d	2b	d	2b	d	2b
4	0,41	20	1,08	36	1,53	52	1,90	68	2,24
6	0,52	22	1,14	38	1,58	54	1,95	70	2,28
8	0,62	24	1,20	40	1,63	56	1,99	72	2,33
10	0,71	26	1,26	42	1,68	58	2,02	74	2,35
12	0,79	28	1,31	44	1,73	60	2,08	76	2,39
14	0,87	30	1,37	46	1,77	62	2,12	78	2,43
16	0,94	32	1,43	48	1,82	64	2,16	80	2,47
18	1,01	34	1,48	50	1,86	66	2,2		



Şekil 6. Ağaç türlerine göre göğüs çapı-çift kabuk kalınlığı grafiği.

Sarıçam için Şekil 6'da gösterilen göğüs çapı ile çift kabuk kalınlığı noktalar dağılımının belirtme katsayısının oldukça düşük çıktığı ($R^2=0,18$) görülmüştür. Bu nedenle sarıçamın çift kabuk kalınlığını çap tek başına yeterince açıklayamayacağı düşünülerek, denklem yardımıyla çift kabuk kalınlıkları hesaplanmamıştır.

Doğu kayını için, noktalar dağılımına en uygun model, $\ln(2b)=\ln(a_0)+ a_1\ln(d)$ olmuştur. Bu modele ait istatistikler aşağıda verilmiştir.

$$a_0 = -2,33066 \quad a_1 = 0,617603 \quad R = 0,734 \quad R^2 = 0,539 \quad F = 336,9 \quad Se = 0,3478$$

Buna göre çift kabuk kalınlığındaki değişimin % 53,9'una göğüs çapı neden olmaktadır. Carus (1998) bu oran % 43 olarak bulmuştur. Denklem cm göğüs çaplarına karşılık, göğüs yüksekliğindeki çift kabuk kalınlıklarını cm olarak vermektedir. Bu denklem yardımıyla hesaplanan çift kabuk kalınlıkları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Doğu kayında kabuklu göğüs çaplarına (d-cm) karşılık gelen çift kabuk kalınlıkları (2b-cm).

d	2b	d	2b	d	2b	d	2b	d	2b
4	0,23	20	0,62	36	0,90	52	1,12	68	1,32
6	0,29	22	0,66	38	0,92	54	1,14	70	1,34
8	0,35	24	0,69	40	0,95	56	1,17	72	1,36
10	0,40	26	0,73	42	0,98	58	1,19	74	1,39
12	0,45	28	0,76	44	1,01	60	1,22	76	1,41
14	0,50	30	0,79	46	1,03	62	1,24	78	1,43
16	0,54	32	0,83	48	1,06	64	1,27	80	1,46
18	0,58	34	0,86	50	1,09	66	1,29		

5. SONUÇ

Araştırmada örnek alanlardaki çap-çap artımı ilişkisinin bulunması amacıyla her bir tür için örnek alanlara ait kabuklu çaplar ve son 10 yıllık periyodik kabuksuz çap artımları koordinat sistemine taşınmıştır. Her bir türün gölgeli ve güneşli bakılara göre çap-çap artım grafikleri çizilmiştir. Ağaç türlerinin çap-çap artımı ilişkisinin belirtme katsayısı beklendiği gibi düşük çıkmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu değişik yaşlı meşcerelerde aynı yaştaki ağaçların çok farklı çap artımı yapmalarından ileri gelmektedir. Çap-çap artımı ilişkisi, güney grubu bakılarda kuzey grubu bakılara kıyasla Uludağ göknarı ve doğu kayını için daha kuvvetli bir ilişki göstermiştir. Bunun tersi sarıçamın kuzey grubu bakılarda güney grubu bakılara kıyasla daha kuvvetli bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Kabuklu göğüs çapı-kabuksuz göğüs çapı arasındaki ilişkinin, belirlenmesi amacıyla her bir türe ait kabuklu ve kabuksuz çap değerleri koordinat sistemine taşınmış ve aralarındaki ilişkinin doğrusal olduğu görülmüştür. Bu doğrusal denklemleri eğimleri kabuk faktörleridir ve Uludağ göknarı için 1,049, sarıçam için 1,048 ve doğu kayını için 1,030 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu tür meşcerelerde kullanılmak üzere üç türe ait kabuklu çaplara karşılık gelen kabuksuz çap değerleri hesaplanmıştır.

Çift kabuk kalınlığı göğüs çapı ilişkisi araştırıldığında Uludağ göknarının çift kabuk kalınlığındaki değişiminin %55,95 inin göğüs çapına bağlı olduğunun, sarıçamda bu oranın %18, kayında ise %53,9 olduğu tespit edilmiştir.

Çap-çap artımı ilişkisinin kuvvetli olmaması ve yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı, uygulamada genelleştirilerek kullanılmaması gereklidir. Fakat kabuklu göğüs çapı-kabuksuz göğüs çapı ilişkisinden, ağaçların dikili halde iken kabuksuz çap değerlerine ulaşmakta önemli kolaylıklar sağlar.

KAYNAKLAR

- Carus, S., 1998. *Aynı Yaşlı Kayın Ormanlarında Artım ve Büyüme*, İ.Ü.Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, İstanbul, 359 s.
- Fırat, F., 1972. *Orman Hasılat Bilgisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, No:166. İstanbul, 339 s.
- Kalıpsız, A., 1962. Doğu Kayınında Artım Büyüme Araştırmaları, *Teknik Bülten OGM Yayını* 339/7. 76 s.
- Kalıpsız, A., 1984. *Dendrometri*, İ.Ü.Orman Fak. Yayın, No:3194/354, 407 s
- Kalıpsız, A., 1988. *Orman Hasılat Bilgisi*, İ.Ü.Orman Fak. Yayın No:3516/397, İstanbul, 349 s.
- Kalıpsız, A., 1993. *Dendrometri*, (İkinci Baskı), İ.Ü.Orman Fak. Yayın No:3793/426, İstanbul, 407 s.
- Loetsch F., Zöhrer, F; Haller, K. E. (1973) *Forestry inventory*, Vol:2. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Meyer, H.A., 1942. *Methods of forest growth determination*. Pennsylvania.
- Prodan, M., 1965. *Holzmessehre*, Savuerlander' Verlag, Frankfurt .
- Saraçoğlu, Ö., 1988. *Değişik yaşlı göknar meşcerelerinde Artım ve Büyüme*, İ.Ü.Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, İstanbul, 312 s.