

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

54

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

2004

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



DEĞİŞİK YAŞLI DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky.) ORMANLARINDA TEK AĞAÇ BÜYÜMESİ

Y. Doç. Dr. Eyyüp ATICI¹⁾

Kısa Özet

Hasılat araştırmalarında artım ve büyüme ilişkileri tek ağaç ve meşcere bazında olmak üzere iki bölümde incelenir. Bu çalışmada, değişik yaşı doğu kayını ormanlarında tek ağaçların hacim ve hacim elemanlarının artım ve büyümelerinin farklı yetiştirme ortamı, sosyal sınıf ve gelişme dönemlerine göre nasıl bir değişim gösterdiği incelenmiştir. Ayrıca, değişik yaşı doğu kayını ormanlarında bonitetin ve tek ağaçlar üzerindeki baskı şiddetinin belirlenmesinde kullanılacak yöntemler de tanıtılmıştır. Araştırma materyali, Bursa ve Zonguldak Orman Bölge Müdürlüklerinin, normal kapalı değişik yaşı doğu kayını ormanlarından yatay iz düşüm alanı 0.25 ha. olan 4 deneme alanından sağlanmıştır. Deneme alanlarında, meşcerelerin farklı sosyal gövde sınıfı ve gelişme çağlarını temsil edebilecek 9 örnek ağaç seçilerek, 2 metrelik seksiyon yöntemine uygun olarak gövde analizi için gövde kesitleri alınmıştır. 'Kayın ağaçları ortalama 80-100 yıllık baskı periyodu sonrasında baskının kalkması koşuluyla periyodik çap, boy ve hacim artımlarını önemli ölçüde arttırabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Değişik yaşı orman, Doğu kayını, Artım, Büyüme, Baskı şiddeti

1. GİRİŞ

Günümüzde az gelişmiş ülkelerde hızlı nüfus artışı nedeniyle, toplumun mal ve hizmetlere olan talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bu talep içerisinde orman ürün ve hizmetlerine olan gereksinimlerde hızla yükselmiştir. Ülkemizde orman ürünlerine olan talebin karşılanabilmesi, ormanların artım ve büyümelerinin iyi tahmin edilmesini ve ona uygun planlamaların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Ormanların artım ve büyümelerinin incelenmesinde, ormanın eşit yaşı ya da değişik yaşı olmasına göre farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle değişik yaşı ormanlarda artım ve büyüme konusu incelenirken tek ağaç bir araştırma birimi olarak ele alınmaktadır.

Değişik yaşı ormanlarda her çap sınıfından bir çok ağaç farklı meşcere katmalarında bir arada bulunmaktadır. Bu tür ormanlarda ağaçların bir kısmı serbest büyüyerek yetiştirme ortamından en iyi şekilde yararlanırken, meşcerede ara ve alt tabakada bulunan ağaçlar üzerlerindeki baskı nedeniyle artım ve büyümelerini normal olarak gerçekleştirememektedir. Bu nedenle, ağaçların hacim ve hacim elemanlarının artım ve büyümeleri temsil ettikleri sosyal sınıflara ve gelişim çağlarına göre oldukça farklılık göstermektedir. Bu farklılık üzerinde yetiştirme ortamının verim gücünün de etkisi bulunmaktadır. Değişik yaşı ormanlarda odun verimi miktarlarını belirlerken, ağaçların farklı yetiştirme ortamı, sosyal sınıf ve gelişim dönemlerindeki artım ve büyümeleri dikkate alınmalıdır. Bu durum ise, bu tür ormanlarda sayılan koşullar altında tek ağaç artım ve büyümesinin iyi bilinmesini gerekli kılmaktadır.

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Hasılatı ve Biyometri Anabilim Dalı

Örnek alanların eğimleri klizimetre (eğim ölçer), bakıları bezard pusulası ve denizden yükseklikleri ise altimetre ile tespit edilmiştir. Örnek ağaçların sosyal sınıfları ise SARAÇOĞLU (1988) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre yapılmıştır. Bu sınıflandırmada; değişikyaşlı ormanlarda ağaçların artım ve büyümesi üzerine etkili faktörler göz önünde tutularak, beş basamaklı bir sosyal sınıflama sistemi oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmada ağaçlar soldan sağa doğru şu şekilde kodlanmıştır.

1. Basamak : **KATMAN**

- 1 = Ortalama meşcere üst boyunun 2/3'ünden uzun boylu
- 2 = Ortalama meşcere üst boyunun 1/3 - 2/3'ü arasında
- 3 = Ortalama meşcere üst boyunun 1/3'ünden kısa boylu

2. Basamak : **ÖRTÜLME**

- 0 = Tepesi tam olarak açık
- 1 = Tepesi 1/3 oranında örtülü
- 2 = Tepesi 2/3 oranında örtülü
- 3 = Tepesi tam olarak örtülü

3. Basamak : **TEPE UZUNLUĞU**

- 1 = Tepe boyu ağaç boyunun 2/3'ünden uzun
- 2 = Tepe boyu ağaç boyunun 1/3 - 2/3'ü arasında
- 3 = Tepe boyu ağaç boyunun 1/3'ünden kısa

4. Basamak : **TEPE NİTELİĞİ**

- 1 = Tepesi, biçim ve sağlık yönünden iyi durumda
- 2 = Tepesi, biçim ve sağlık yönünden orta durumda
- 3 = Tepesi, biçim ve sağlık yönünden kötü durumda

5. Basamak : **GÖVDE NİTELİĞİ**

- 1 = Gövdesi, biçim ve sağlık yönünden iyi durumda
- 2 = Gövdesi, biçim ve sağlık yönünden orta durumda
- 3 = Gövdesi, biçim ve sağlık yönünden kötü durumda

Örneğin değişikyaşlı bir meşcere 11211 ile kodlanan bir ağaç; meşcere sosyal durum itibarıyla ortalama meşcere üst boyundan 2/3'ünden uzun boylu, tepesi 1/3 oranında örtülü, tepe boyu ağaç boyunun 1/3-2/3'ü arasında ve gövde ve tepe niteliğinin biçim ve sağlık yönünden ise iyi durumda olduğu belirtilmektedir.

2.2 Örnek Ağaçların Baskı Derecelerinin Belirlenmesi

Baskı, ağaçların yaşamları boyunca artım ve büyümelerini olumsuz yönde etkileyen meşcere kuruluş özellikleri ile yetişme ortamı verim gücünü temsil eden tüm faktörleri ifade etmektedir.

Gölge ya da yarı gölge ağaçlarının oluşturduğu ormanlarda, ağaçlar genetik özelliklerinden dolayı üzerlerinde oluşan baskıya belirli süreler içerisinde dayanabilmektedir (AKALP 1982). Değişikyaşlı ormanlarda tek ağaç büyümesi incelenirken, ağaçlar üzerinde yaşamları boyunca oluşan toplam baskının da bir faktör olarak ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle, çalışmada kullanılan örnek ağaçların yaşamları boyunca hangi baskı şiddetine maruz kaldıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Baskı dereceleri, SARAÇOĞLU' nun (1988) Karadeniz yöresi göknar ormanlarında kullandığı yöntem kayın ormanlarında da kullanılarak elde edilmiştir. Örnek ağaçların baskı dereceleri aşağıdaki 1, 2, 3 ve 4 nolu formüller yardımıyla tesbit edilmiştir (ATICI 1998).

$$\bar{t} = e^{3,306654814 + 0,060539598 d_{1,3} - 0,000655 d_{1,3}^2 + 0,00000294128 d_{1,3}^3} \quad (1)$$

$$\bar{s} = 14,096155 + 0,6674864 d_{1,3} \quad (2)$$

$$\bar{d}_2 = \frac{\text{Varyasyon genişliği}}{\text{Standart Sapma}} = \frac{R}{s} = 3,8902272 \quad (3)$$

$$BAD = \frac{t - \bar{t}(d_{1,3})}{\bar{d}_2 \bar{s}(d_{1,3})} + 0,5 \quad (4)$$

$$R^2 = 0.70872$$

$$R_{üst} = 0.8562$$

$$R = 0.8419$$

$$R_{alt} = 0.82631$$

$$F_{4; 5757} = 12893.12^{***} > F_{0.001; 4; 5757} = 4.616$$

$$t_R = 118.3955^{***} > t_{0.001; 5757} = 3.291$$

$$s_e = 29.4$$

$$n = 5761$$

Formül 4'de, BAD = 1.2 için elde edilen baskı eğrisi en üst baskı sınıfının üst sınırını, BAD = 0.0 için elde edilen baskı eğrisi ise en alt baskı sınıfının alt sınırını eğrisini oluşturmaktadır. Bu eğriler arasında kalan alan 0.2 derecelik 6 baskı sınıfına ayrılmıştır.

Tablo 2: Baskı Derecelerine Göre Baskı Sınıfları

Table 2: Suppression Classes According to Suppression Degrees

BAD	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20
Baskı sınıfı	I		II		III		IV		V		VI		

Örnek bir ağacın baskı derecesini (BAD) belirlemek için, ilk önce ağacın göğüs çapı değerine ($d_{1,3}$) karşılık gelen ortalama yaş (\bar{t}) 1 nolu formülle ve yaşlardaki ortalama standart sapma (\bar{s}) değeri 2 nolu formülle belirlenmelidir. Ağaç yaşı (t), \bar{t} , \bar{s} ve \bar{d}_2 değerleri 4 nolu formülde yerine yazılarak, örnek ağacın baskı derecesi elde edilebilmektedir. Bu şekilde belirlenen örnek ağaçların baskı dereceleri Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3'de verilen örnek ağaçlardan 1 ve 2 nolu ağaçlar yaşamlarını en az baskı şiddetinde geçirmelerine karşılık, 3 nolu ağaç ise 0-60 yaş döneminde sürekli artan baskı şiddetine, 60 yaşından sonra ise azalan bir baskı şiddetine maruz kalmıştır. 4, 5, 7, 8 ve 9 nolu ağaçlar yaşamlarını ilk dönemlerinden itibaren sürekli artan baskı şiddeti içerisinde geçirmişlerdir. Bu ağaçlarda 4 ve 5 nolu ağaçlar ise yaşamlarının son 100 yıllık döneminde çok şiddetli baskıya maruz kalmışlardır. 6 nolu ağaç ise yaşamının 0-170 yıllık periyodunu sürekli artan bir baskı şiddeti içerisinde geçirirken, yaşamının bundan sonraki bölümünde ise baskı şiddetinde azalma olan bir dönem geçirmiştir.

Tablo 3: Örnek Ağaçların 10'ar Yıllık Yaş Periyotları İtibariyle Yaşamları Boyunca Etki Altında Kaldıkları Baskı Dereceleri

Table 3: The Total Suppression Degrees Which The Sample Trees Have Been Subjected to Along Their Lives in Terms of 10 Years Age Periods

Yaş Periyodu (yıl) Age period	Ağaç Numarası - Number of tree								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baskı Dereceleri - Suppression Degrees									
10	0.1846	0.1779	0.1727	0.1846	0.1846	0.1846	0.1846	0.1638	0.1846
20	0.2380	0.2948	0.3178	0.3449	0.3350	0.3419	0.3370	0.2286	0.3426
30	0.2300	0.3189	0.4499	0.4721	0.4713	0.4764	0.4750	0.2848	0.4905
40	0.2132	0.2922	0.5812	0.5732	0.6010	0.5910	0.5970	0.3443	0.6378
50	0.2099	0.2955	0.6953	0.6656	0.7164	0.6467	0.7171	0.3943	0.7735
60	0.2137	0.2882	0.6078	0.7560	0.8274	0.7415	0.8299	0.4354	0.9121
70	0.2100	0.2821	0.5078	0.8559	0.9424	0.8442	0.9307	0.4899	0.9927
80	0.2170	0.2277	0.4273	0.9517	1.0320	0.9435	0.9966	0.5384	
90	0.2380	0.1966	0.3906	1.0284	1.1272	1.0316	0.9586	0.5435	
100	0.2538	0.1794	0.3782	1.0930	1.2238	1.1009	0.8879		
110		0.1767		1.1287	1.3190	1.1718	0.8634		
120		0.1778		1.1611	1.4161	1.2177	0.8703		
130				1.1942	1.5118	1.2485	0.8760		
140				1.2000	1.5925	1.2791	0.8872		
150				1.2169	1.6179	1.3147	0.8935		
160				1.2457	1.5875	1.3417	0.8925		
170				1.2662	1.5627	1.3237	0.8962		
180				1.2909	1.5906	1.1899	0.9088		
190				1.3116	1.6384	1.0793			
200				1.3071		0.9998			
210				1.2895		0.9989			
220				1.2928		0.9896			
230				1.2838		0.9937			
240						1.0016			
250						1.0039			
260						1.0110			
270						1.0132			

2.3 Örnek Ağaçların Alındığı Meşcerelerin Bonitet Sınıflarının Belirlenmesi

Ülkemizde değişikyaşlı ormanların bonitet sınıflarının belirlenmesinde, FLURY (1929) yönteminden yararlanılmaktadır (OGM 1991). Bu yöntem değişikyaşlı doğu kayın ormanlarının bonitet sınıflarının belirlenmesinde KALIPSIZ (1962), Uludağ göknar ormanlarında ise ERASLAN ve ARK. (1984) tarafından kullanılmıştır. Kayın ağaç türünün sürgün ve koru ormanları için ASAN (1988,1990) tarafından temelde anamorfik yöntemine benzer bir yaklaşımla bonitet tablosu düzenlenmiştir. CARUS (1998) aynı yaşlı doğu kayını ormanları için aritmetik ortalama boy-yaş ilişkisine bağlı olarak bonitet tablosu hazırlamıştır.

Esasları LLYOD ve ARK. (1982) tarafından açıklanan yöntemi geliştirerek, yurdumuzda Karadeniz yöresi değişikyaşlı göknar ormanları bonitetlendiren SARAÇOĞLU'nun (1988) uyguladığı yöntem, değişikyaşlı doğu kayını ormanlarının bonitetlendirilmesinde de kullanılmıştır (ATICI 1998).

Çalışmada örnek ağaçların alındığı meşcerelerin bonitet sınıflarının belirlenmesinde, esasları ATICI (1998) tarafından "Değişikyaşlı Doğu Kayını Ormanlarında Artım ve Büyüme" isimli araştırmada açıklanan yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemde meşcere boniteti, meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapına (d_e) karşılık meşcere boy eğrisinden alınan boy değerinin (h_e) bonitet gösterge eğrilerinin üzerine noktalanmasıyla veya araştırmada verilen bonitet tablosu yardımıyla elde edilebilmektedir. Örnek ağaçların alındığı meşcerelerin bonitet sınıfları bu şekilde belirlenmiştir (Tablo 1).

2.4 Örnek Ağaçların Hacim - Artım Hesapları ile Araştırmada Kullanılan Değerlendirme Yöntemi

Örnek ağaçların hacim hesapları,

$$v = \frac{\pi}{4} d_{l_1}^2 l_1 + \frac{\pi}{4} (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2) l_2 + \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d_{u\varphi}^2 l_3 \quad (5)$$

v = Ağaç hacimi (dm^3)

l_1 =Kütük yüksekliği (dm)

l_2 =Seksiyon uzunluğu (dm)

l_3 =Uç parça uzunluğu (dm)

d_{l_1} = Kütük çapı (dm)

d_1, d_2, \dots, d_n = Seksiyon orta çapları (dm)

$d_{u\varphi}$ =Uç parça taban çapı (dm)

seksiyon yöntemine göre yapılmıştır (KALIPSIZ 1984). Hesaplamalarda kütük yüksekliği 0.3 m, seksiyon uzunluğu 2 m alınmıştır. Örnek ağaçların periyodik çap, boy ve hacim artımları ile hacim artım yüzdeleri;

$$\text{Periyodik çap artımı : } \sum_{i=1}^n i d = d_s - d_b \quad (6)$$

$$\text{Periyodik boy artımı : } \sum_{i=1}^n i h = h_s - h_b \quad (7)$$

$$\text{Periyodik hacim artımı : } \sum_{i=1}^n i v = V_s - V_b \quad (8)$$

$$\text{Periyodik hacim artım yüzdesi : } P_v = \frac{200}{n} \frac{V_s - V_b}{V_s + V_b} \quad (\text{PRESSLER}) \quad (9)$$

d_b, h_b, V_b : Periyod başı çap (cm), boy (m) ve hacim (dm^3) değerleri

d_s, h_s, V_s : Periyod sonu çap (cm), boy (m) ve hacim (dm^3) değerleri

n : Periyot uzunluğu (yıl)

formülleriyle hesaplanmıştır (JERRAM/BOURNE 1949; HUSCH/MILLER/BEERS 1982; FIRAT 1973; KALIPSIZ 1984).

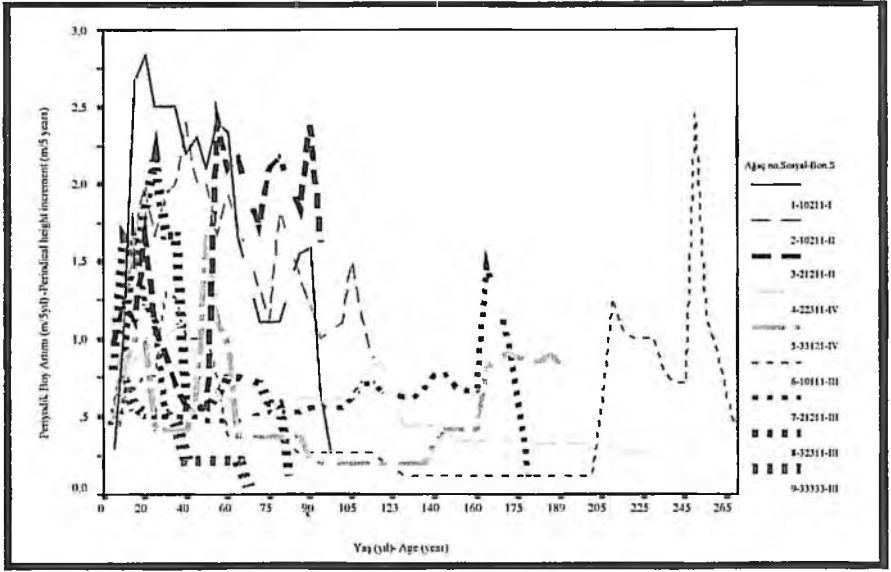
Değişikyaşlı ormanlarda, meşcere gelişiminin incelenmesinde, değişik sosyal sınıflardaki tek ağaç büyümesinin nasıl gerçekleştiğinin bilinmesi önem taşımaktadır. Ağaçlarda büyüme olayı, türün genetik özellikleri yanında, yetiştirme ortamı koşulları ve yapılan bakım müdahaleleri etkili olmaktadır (FIRAT/GÜNEL 1973). Değişikyaşlı meşcerelerde her yaş ve çaptan ağacın bir arada bulunması, ağaçların büyüme olayının komşuluk ilişkilerinden önemli derecede etkilenmesi, meşceredeki sosyal sınıfların önemini bir kat daha artırmaktadır (SCHÜTZ 1974; KALIPSIZ 1982; AKALP 1982; SARAÇOĞLU 1988). Bu nedenle değişikyaşlı meşcerelerde ağaçların birer inceleme birimi olarak ele alınması ve onun farklı koşullardaki gelişmesinin araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada da, değişik yaşlı doğu kayını ormanlarında, tek ağaçlar inceleme birimi olarak ele alınmıştır. Bu amaç için Bursa ve Zonguldak Orman Bölge Müdürlüklerinin kayın ormanlarından farklı sosyal sınıf, gelişme dönemi ve yetiştirme ortamı koşullarından 9 kayın ağacı gövde analizi amacıyla gövde kesitleri 2 metre aralıklarla kesilerek alınmıştır. Örnek ağaçların farklı sosyal sınıf, gelişme dönemi ve yetiştirme ortamı koşullarında hacim ve hacim elemanlarının artım ve büyümeleri grafik analiz yöntemiyle incelenerek yorumları yapılmıştır.

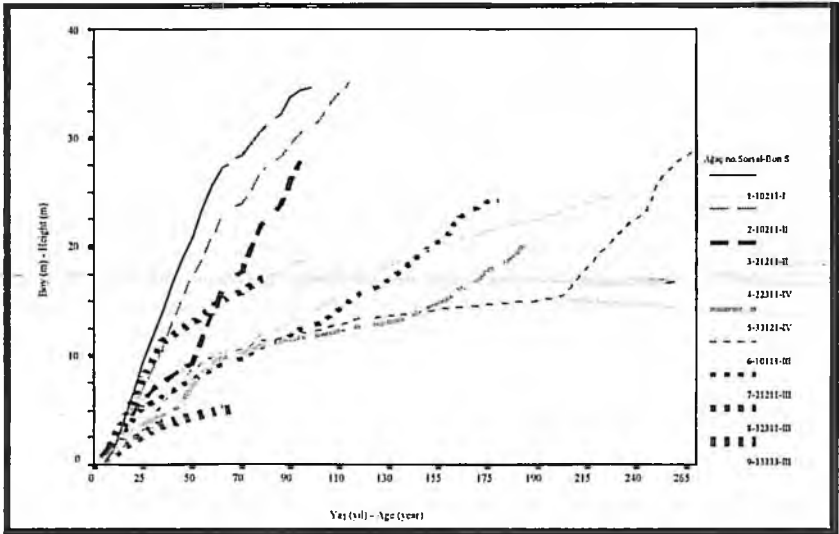
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Boy Artımı ve Boylanma

Özellikleri ve yaşamları boyunca maruz kaldıkları baskı şiddetleri tablo 1 ve 2'de verilen ağaçların periyodik (5 yıl) boy artımları ve boy değerleri yaşa göre birer grafik üzerine noktalanarak şekil 1 ve 2 hazırlanmıştır.



Şekil 1: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının periyodik boy artım eğrileri
Figure 1: Periodical height increment curves according to age periods of the oriental beech trees within different social and site quality classes



Şekil 2: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının boylanma eğrileri
Figure 2: Height growth curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

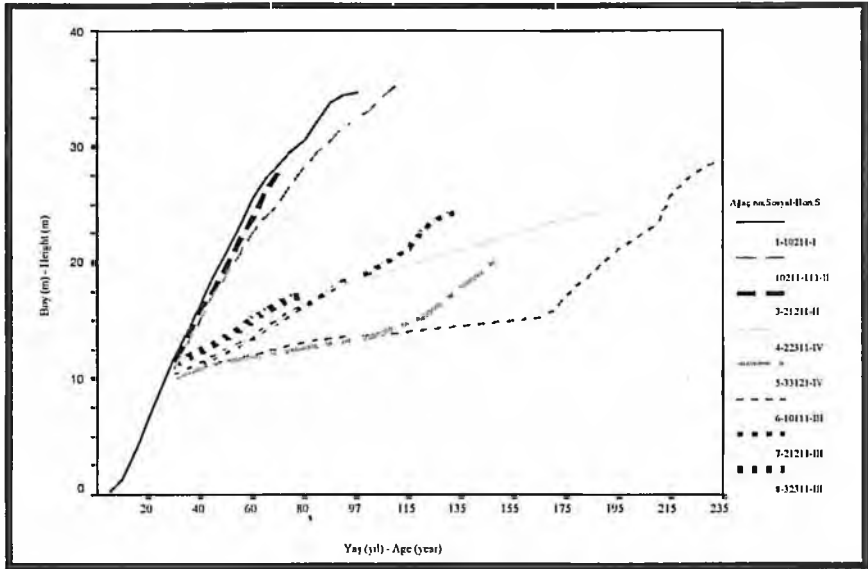
Bu şekillerin incelenmesiyle kayın ağaçlarının boy artımları, genç yaşlarda bir azamiye ulaşarak tedricen azalmakta ve bonitet derecelerine göre bir sıralanma görülmektedir. Ancak ağaçların baskıya maruz kalmaları halinde, bu sıralanma ve azamiye ulaşma süresi değişmektedir. Örneğin, 3 nolu ağaç 50 yaşına kadar, 6 nolu ağaç 200 yaşına kadar, 7 nolu ağaç 30-160 yaşlar arasında, 4 nolu ağaç bütün yaşamı boyunca, 5 nolu ağaç 5-40 ve 65-160 yaşları arasında şiddetli baskıya maruz kalmışlar ve bu baskı neticesinde maksimum boy artımlarını ileri yaşlara taşımışlardır (7 nolu ağaç 255 yaşına, 6 nolu ağaç 165 yaşına ve 3 nolu ağaç ise 55 ve 90 yaşlarına kadar). JAROSCHENKO (1935) Transkafkasya doğu kayını meşcerelerinde yaptığı güvde analizlerinde sık meşcerelerin boy artımını frenlediği sonucuna varmıştır.

Gençlik döneminde serbest büyüyen kayın ağaçları, genel olarak 20-30 yaşlarında maksimum boy artımlarını gerçekleştirmektedir. Örneğin 1 ve 8 nolu ağaçlar 20 ve 25 yaşlarında maksimum boy artımlarını gerçekleştirmiştir. Bu tür ağaçların boy artım eğrileri tek tepeli çan eğrisi görünümündedir. Bu durum VON GUTTENBERG (1927) tarafından da Avrupa kayınında tespit edilmiştir (FIRAT 1972). Genç yaşlarda baskıya maruz kalmaları halinde de, yine yaşamının ilk dönemlerinde boy artımında bir yükselme görülmekle (3, 4, 5, 6, 7 nolu ağaçlar) birlikte maksimum boy artımlarını baskı şiddetinin azalmaya başladığı (tablo 2) andan itibaren bir kaç periyot sonrasında gerçekleştirebilmektedir.

Ağaçlar baskının azalmaya başladığı andan itibaren ilk periyotlar içerisinde çap artımlarını yükseltebilmektedir. Örneğin 6 nolu ağaç üzerindeki baskı şiddetinin 150 yaşından sonra azalmasıyla (tablo 3), 150-200 yaş periyotlarında çap artımı 0.51 cm/ 5 yıl dan 2.81 cm/5 yıl ulaşmıştır (Şekil 4). Söz konusu ağacın 200-250 yaş periyotlarında periyodik boy artımı ise 0.11 m/5 yıl dan 2.45 m/5 yıl değerine yükselmiştir. Baskı altında kalan ağaçların boy artım eğrileri iki veya daha çok tepeli düzensiz çan eğrisi şekillerine benzemektedir. Ağaçlar üzerindeki baskı zaman içerisinde azalmayıp sürekli artıyorsa ve özellikle söz konusu ağaçlar meşcerede alt vaziyette bulunuyorsa, bu bireylerin boy artımları yaşa bağlı olarak sürekli bir azalma göstermektedir (9 nolu ağaç). WIDEMANN 'da (1930) karışık yaşlı meşcerelerde alt vaziyetteki ağaçların had safhadaki ışık noksanlığında boy artımlarını durdurma noktasına geldiğini ve az miktardaki ışıktan azami derecede yararlanmak için geniş bir tepe oluşturduklarını ve ışığa yöneldiği için güvde şeklinin eğri biçimler aldığı bildirilmektedir.

Baskı altındaki ağaçların maksimum boy artım miktarları, aynı alandaki serbest büyüyen ağaçlara göre geri kalmamakta hatta onları geçebilmektedir (6, 3 nolu ağaçlar). Bu miktarı ileri yaş periyotlarında bir kaç kez tekrarlanabilmektedir. Kayın ağaçlarının boylanma eğrilerinde boniteye göre bir sıralanma görülmekte (1, 2, 3, 5, 7 nolu ağaçlar) ve ağaçlar iyi bonitelerde yüksek boy değerlerine daha kısa sürelerde ulaşabilmektedir. Örneğin I. boniteteki 1 nolu ağaç 97 yaşında 34.7 m. boya ulaşırken, II. boniteteki 2 nolu ağaç 119 yaşında 35.1 m. boya ulaşabilmiştir. Bu sıralanma ve geçen süreye baskının önemli bir etkisi bulunmaktadır. Baskı, bu sıralamayı değiştirebildiği gibi ağaçların boy büyümesini de yavaşlatabilmektedir. Örneğin IV. boniteteki 4 nolu ağaç, III. boniteteki 6 nolu galip ağacı geçebilmiştir (Şekil 2).

Gölge ağacı olan güknarların uzun süre baskıya dayanabildiği (SCHÜTZ 1974; SARAÇOĞLU 1988) ve serbest kaldıktan sonra serbest büyüyen ağaçlar gibi boylanma yapabildikleri bildirilmektedir. Bu durum baskıda kalan ağaçların boylanma eğrilerinin serbest büyüyen ağaçların boylanma eğrileri ile belirli bir yükseklikte (5 veya 10 m.) çakıştırılacak biçimde apsis eksenli boyunca kaydırılarak çizilen grafikler vasıtasıyla denetlenmektedir (MAGIN 1959; KALIPSIZ 1982; SARAÇOĞLU 1988). Bu olayı incelediğimiz kayın ağaçlarında görebilmek için, 1 nolu ağaç baz alınarak diğer ağaçların boylanma eğrileri 10' uncu metrede kesilecek biçimde şekil 3 çizilmiştir.



Şekil 3: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarına ait boylanma eğrilerinin 10 m. yükseklikte kesişecek biçimde kaydırılmış durumları

Figure 3: The upper parts of the height growth curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes, slid along the x axis at 10 m height so as to intersect at the same point.

Şeklin incelenmesiyle; II. bonitetteki 3 nolu ağacın 55 yıl baskıda kaldıktan sonra normal bir boylanma yapabildiği görülmektedir. Bu durum JAROSCHENKO (1935) tarafından da transkafkasya doğu kayını meşcerelerinde tespit edilmiştir. İncelenen ağaçlardan 5, 6 ve 7 nolu olanların ileri yaşlarda boylanmalarını hızlandırdığı fakat üzerlerindeki baskının (tablo 2) kalkmaması nedeniyle normal bir boylanma gerçekleştiremedikleri görülmektedir. Genç yaşlarda baskıda kalan ağaçların boylanma eğrileri ileri yaşlarda, serbest gelişen ağaçların boylanma eğrilerini geçebilmektedir (3 ve 5 nolu ağaçlar).

3.2. Çap Artımı ve Kalınlaşma

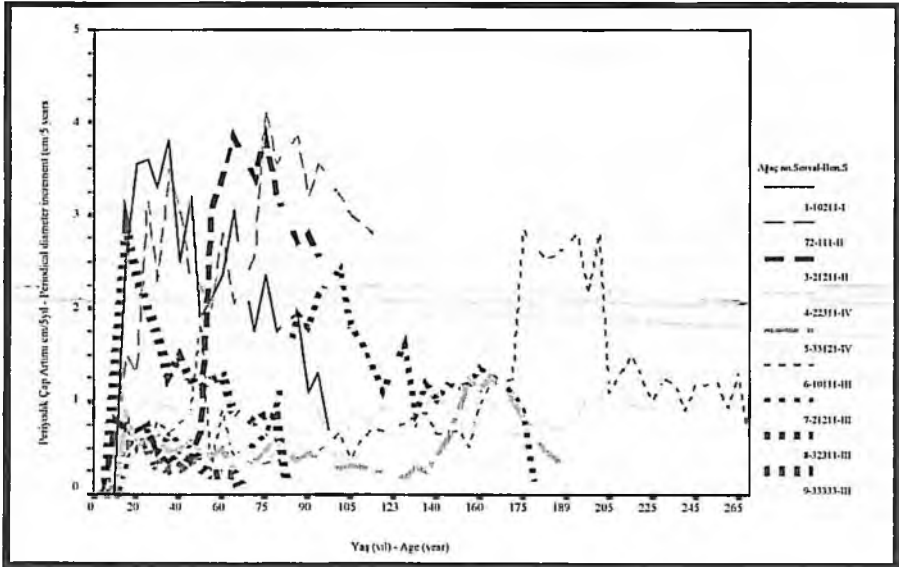
Tablo 1'deki 9 kayın ağacının 5'şer yıllık periyodik göğüs çapı artım eğrileri ile kalınlaşma eğrileri Şekil 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Genç yaşlarda serbest gelişme gösteren ağaçların artım ve kalınlaşma eğrilerinde, iyi bonitet üstte, fena bonitet altta yer alacak biçimde bonitet sınıflarına göre bir sıralanma görülmektedir. Serbest büyüyen ağaçlar, maksimum periyodik çap artımlarını ilk yaş periyotlarında gerçekleştirdikleri görülmektedir. Örneğin I. bonitetteki 1 nolu ağaç 35 yaşında 3.8 cm, II. bonitetteki 2 nolu ağaç 30 yaşında 3.5 cm ve III. bonitetteki 8 nolu ağaç 15 yaşında 2.85 cm olarak çap artımı yapmışlardır. Buradan da anlaşılacağı üzere yaşamının ilk dönemlerinde baskı görmeyen ağaçlar maksimum periyodik çap artımlarına düşük bonitetlerde daha erken yaşlarda ulaşmaktadır.

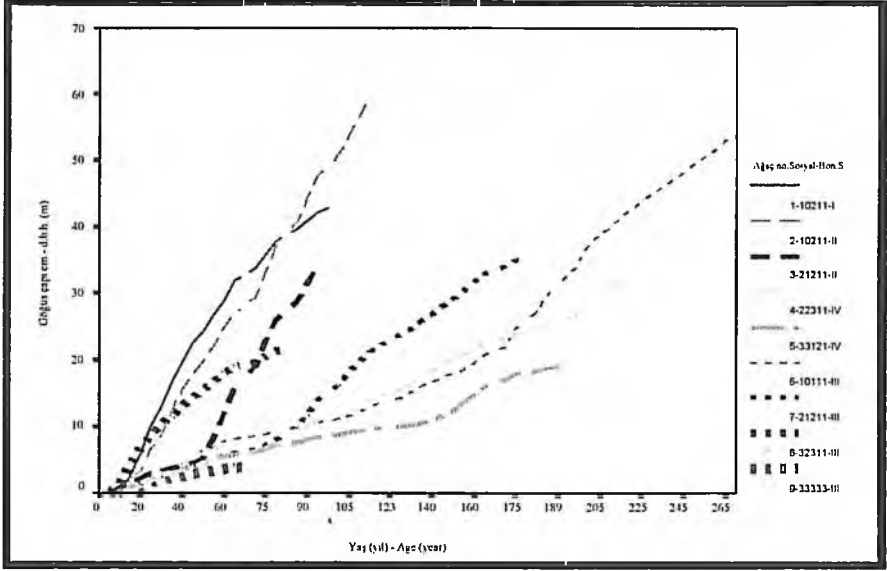
Baskıda kalan ağaçlar baskı süresince az miktarda çap artımı yapabilmektedir. Örneğin baskı süresince II. bonitetteki 3 nolu ağaç 0.45 cm/5 yıl, III. bonitetteki 6 nolu ağaç 0.50 cm/5 yıl ve IV. bonitetteki 5 nolu ağaç 0.40 cm/5 yıl çap artımı yapabilmişlerdir. Kayın ağaçları, üzerlerindeki baskı şiddeti azaldığı andan itibaren çap artımlarını yükseltmeğe yönelmekte ve bu artışı bir kaç periyot sürdürmektedir. Bu durum şekil 4' de 3, 4, 5, 6 ve 7 nolu ağaçlarda görülmektedir. Ağaçlar üzerinde baskı ne kadar şiddetli olursa, baskı sonrasında ağaçların gerçekleştirdikleri periyodik çap artımlarının miktarı da o denli yüksek olmaktadır. Örneğin 3 nolu ağaç 55 yıllık baskı sonunda 3.85 cm/5 yıllık ve III. bonitetteki 6 nolu ağaç 160 yıllık baskı sonunda 2.84 cm/ 5 yıllık maksimum çap artımları meydana getirmişlerdir.

Baskıda kalan ağaçların çap artımları siper durumlarına göre değişmekte (JAROSCHENKO 1935) ve siper etkisiyle birden tepe tepede bulunan düzensiz çan eğrisi şekillerinde bir gelişme göstermektedir. Bu tür yıllık halka gelişimi değişen siper etkisiyle ancak seçme ormanlarında görülmektedir (MITSCHERLICH 1970; KALIPSIZ 1982). Bu durum 6 ve 7 nolu ağaçların çap artım eğrilerinde açıkça görülmektedir. Bir kayın ağacı üzerindeki baskının sürekli şiddetlenerek artması halinde, ağacın çap artım eğrisi belirli bir maksimumu olmayan dalgalı bir eğri görünümünü arz etmektedir (4 nolu ağaç). Eğer ağaç meşcerede alt vaziyette yer alıyorsa, çap artımı sürekli olarak azalan bir seyir takip etmektedir (9 nolu ağaç).

Şekil 5'de ağaçların göğüs çapı kalınlaşma eğrilerinde bonitetin ve aynı bonitet sınıfı içinde sosyal sınıflarının farkı net olarak görülmektedir. Yaşamlarının belirli dönemlerinde baskıda kalan ağaçlar, serbest büyüyen ağaçların çap değerlerine yaşamları boyunca ulaşamamaktadır. Örneğin 2 nolu ağaç 55 yıllık baskı sonunda 95 yaşında 34.0 cm çapa ulaşırken, aynı alandaki 3 nolu ağaç 95 yaşında 47.6 cm.'lik bir çapa ulaşmıştır. Kayın ağaçları farklı bonitetlerde göğüs yüksekliğine ortalama 5-15 yıllık bir zaman süresinde ulaşabilmektedir.



Şekil 4: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının periyodik çap artım eğrileri
Figure 4: Periodical diameter increment curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

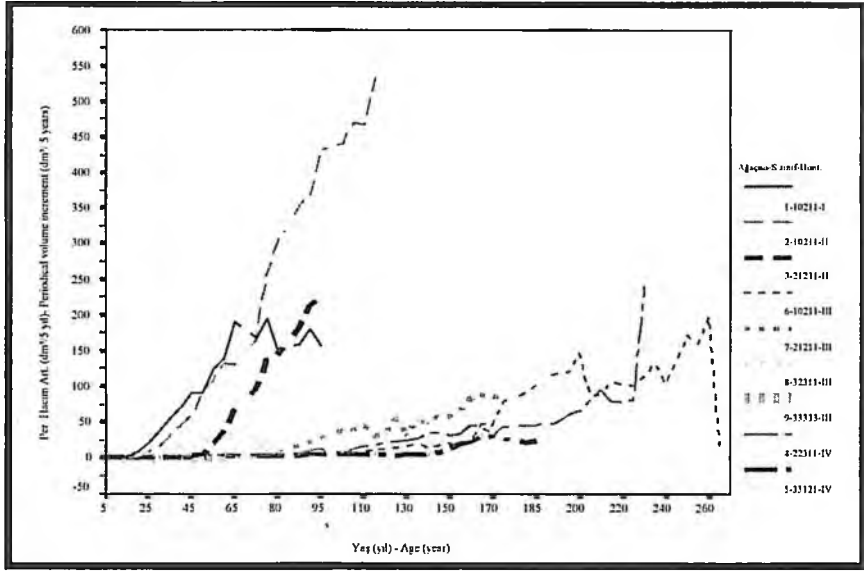


Şekil 5: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının göğüs çapı kalınlaşma eğrileri
Figure 5: Diameter (dbh) growth curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

3.3. Hacim Artımı ve Hacımlanma

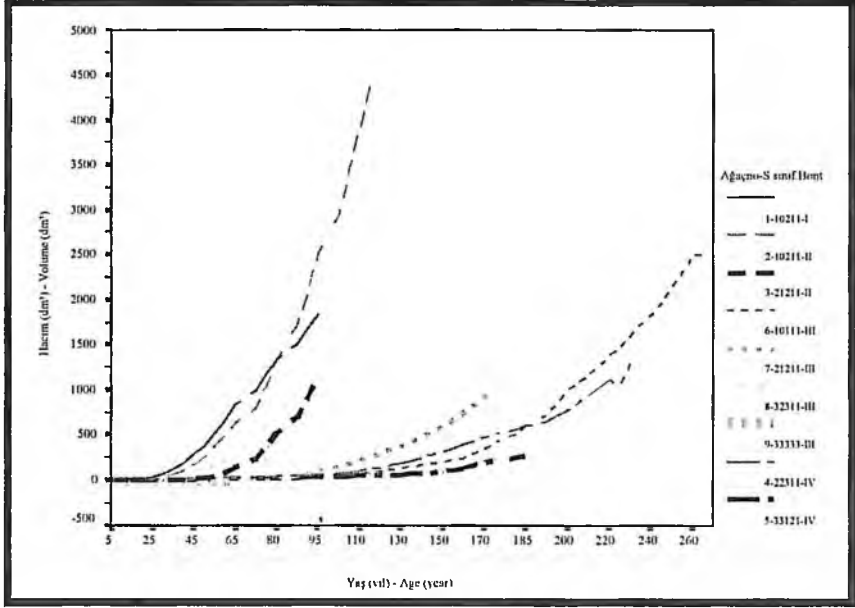
Tablo 1'deki 9 kayın ağacının kabuksuz periyodik hacim artımı ve hacim eğrileri, şekil 6 ve 7' de verilmiştir.

Şekil 6'nın incelenmesiyle; genç yaşlarda serbest büyüyen ağaçların periyodik hacim artım eğrilerinin iyi bonitet üstte fena bonitet altta yer alacak biçimde bonitet sınıflarına göre sıralandığı görülmektedir. BACKMAN (1934), bir ağacın canlılığını korumak şartıyla gençlikte ne kadar yavaş büyürse artım miktarının azamiye ulaşma yaşının o kadar geç olacağını bildirmektedir. Bu durumun incelenen kayın ağaçlarında da geçerli olduğu görülmektedir. Örneğin 3, 4, 7, 8 ve 9 nolu ağaçlar aşırı baskı nedeniyle maksimum periyodik hacim artımlarını sırasıyla 95, 230, 165, 65 ve 66 yaşlarına kadar gerçekleştirememişlerdir. Yine aşırı baskıdan dolayı III. bonitetteki 6 nolu ağaç 265 yaşında 18.65 dm^3 ve IV. bonitetteki 5 nolu ağaç ise 170 yaşında 30.6 dm^3 olarak maksimum periyodik hacim artımı gerçekleştirmişlerdir. Genç yaşlarda baskıda kalmayan I. bonitetteki 1 nolu ağaç 75 yaşında $193.45 \text{ dm}^3/\text{yıl}$ olarak erken yaşlarda maksimum periyodik hacim artımına ulaşmıştır. Burada da ifade edildiği gibi serbest gelişen kayın ağaçları, maksimum periyodik hacim artımına erken yaşlarda ulaşmakta ve artım miktarı da yüksek olmaktadır. Buna karşılık yaşamlarının ilk dönemlerinde baskıya maruz kalan kayın ağaçları ise maksimum hacim artımına ileri yaşlarda ulaşmakta ve artım miktarı da düşük bulunmaktadır.



Şekil 6: Farklı sosyal gövde ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının periyodik hacim artım eğrileri
Figure 6: Periodical volume increment curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

Sağlıklı bir ağacın gençlikteki büyümesi ne kadar yavaş olursa, büyümenin son noktada ulaştığı miktarın da o kadar yüksek olacağı bildirilmektedir (FIRAT 1972). İncelenen ağaçlarda gençlik gelişmesi hızlı olan I. bonitetteki 1 nolu ağaç 95 yaşında 1833.12 dm^3 lük bir hacim oluştururken, yaşamının son beş yıllık periyodunda 157.48 dm^3 lük bir hacim artımı gerçekleştirmiştir. Buna karşılık II. bonitetteki 3 nolu ağaç 55 yıllık bir baskı döneminden sonra 95 yaşında 1130.68 dm^3 lük bir hacim oluşturmuş ve yaşamının son 5 yıllık periyodunda ise 226.18 dm^3 lük bir hacim artımı meydana getirmesine karşılık henüz maksimum hacim artımını gerçekleştirmemiştir. Söz konusu ağaç hızlanarak hacim gelişimini sürdürmektedir. Bunun yanında aşırı baskı nedeniyle III. bonitetteki 6, 7 ve 9 nolu ağaçlar ile IV. bonitetteki 4 ve 5 nolu ağaçlar sırasıyla 268 yaşında 2805.85 dm^3 , 176 yaşında 1008.16 dm^3 , 66 yaşında 3.67 dm^3 , 230 yaşında 1289 dm^3 ve 170 yaşında 283.6 dm^3 lük hacimler meydana getirmişlerdir. Yaşamının ilk dönemlerinde baskı altında olan ağaçlar, aynı bonitette serbest gelişen ağaçlarla arasında oluşan hacim farkını yaşamları boyunca kapatamadıkları için hacim eğrileri serbest gelişen ağaçların hacim eğrilerinden daha aşağıda seyretmektedir (2 ve 3 nolu ağaçların hacim eğrileri). Hacımlanma eğrilerinde görüldüğü gibi baskının artması, ağacın büyümesini olumlu etkileyen bonitetin etkisini bile ortadan kaldırabilmektedir.

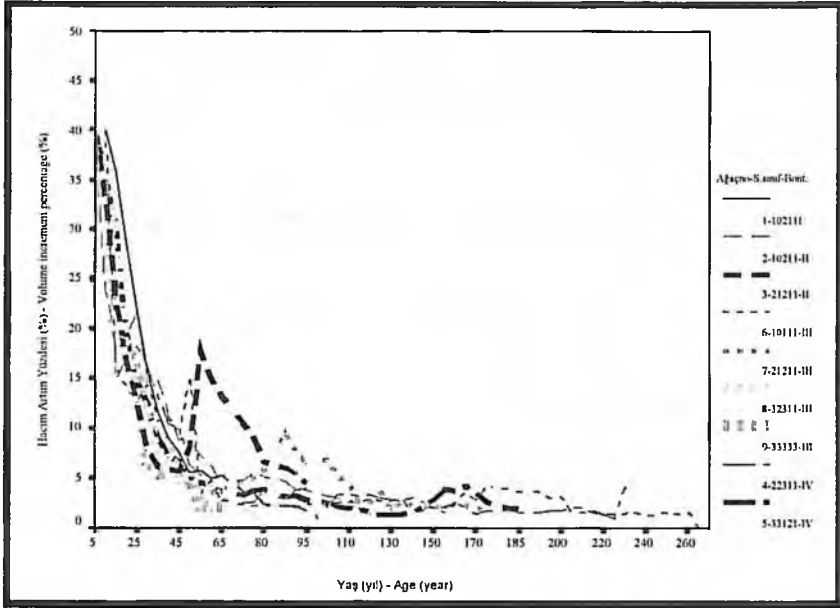


Şekil 7: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının hacimlenme eğrileri
Figure 7: Volume growth curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

İncelenen ağaçların hacim artım yüzdelere ait eğriler Şekil 8'de gösterilmiştir. Bu eğriler hacim artım yüzdesi genel değişim kuralına uygun olarak, ilk yaşlarda yüksek bir miktardan başlamakta ve yaşın ilerlemesiyle önce hızlı sonra yavaş bir şekilde düşüş göstermektedir. Ancak bu düşüş, ağacın uzun süre baskıda kalması halinde ve ileri yaşlarda baskı şiddetinin azaldığı anlarda tersine dönebilmektedir. Örneğin III. bonitette 160 yıl baskıda kalan 6 nolu ağaç, 160 yaşında 1.57 olan hacim artım yüzdesini periyodik çap artımını maksimuma ulaştırdığı 175. yaşında 4.26'ya, IV. bonitette 150 yıl baskıda kalan 5 nolu ağaç ise 150 yaşında 2.86 olan hacim artım yüzdesini 165 yaşında 4.22'ye ve II. bonitetteki 3 nolu ağaç 55 yıllık baskı sonunda 3.84 olan hacim artım yüzdesini 9.47'ye çıkarmıştır.

Eşit yaşlı ormanlarda iyi bonitetteki ağaçların hacim artım yüzdesi eğrilerinin, kötü bonitet eğrilerinin altında kaldıkları bildirilmektedir (FIRAT 1972). Bu durum incelenen kayın ağaçlarının hacim artım yüzdesi eğrilerinde görülmemiştir. Hacim artım yüzdesi eğrilerinin bonitete göre olan bu durumu, Karadeniz yöresi değişik yaşlı göknar meşcerelerinde SARAÇOĞLU (1988) tarafından da tespit edilmiştir.

FIRAT (1972), eşit yaşlı meşcerelerde galip ağaçlara ait hacim artım yüzdesi eğrilerinin mağlup ağaçlara göre daha hızlı bir düşüş gösterdiğini ifade etmiştir. Bu durum III. bonitetteki 4 farklı sosyal sınıfa ait olan 6, 7, 8, 9 nolu ağaçlarda baskıdan dolayı görülmemiş, bunun tersi bir durumla karşılaşmıştır. Yaşamlarında uzun süre baskıda kalan kayın ağaçlarının (6, 7, 4 ve 5 nolu ağaçlar) hacim artım yüzdeleri, ileri yaşlarda dahi % 1' in altına düşmemiştir.



Şekil 8: Farklı sosyal ve bonitet sınıflarındaki kayın ağaçlarının hacim artım yüzdesi eğrileri
Figure 8: Volume increment percentage curves of the oriental beech trees within different social and site quality classes

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Değişikyaşlı doğu kayını ormanlarında farklı yetiştirme ortamı, sosyal sınıf ve gelişme dönemlerine göre tek ağaçların hacim ve hacim elemanlarının artım ve büyüme özellikleri ile hacim artım yüzdesinin yaşa göre gelişimi incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında değişikyaşlı doğu kayını ormanlarında tek ağaç büyümesine ilişkin elde edilen sonuçlar şunlardır.

- Kayın ağaçlarında periyodik boy artımı genç yaşlarda bir azamiye ulaşıldıktan sonra yavaş bir biçimde azalmakta ve bonitet düştükçe ileri yaş basamaklarına kaymaktadır. Bu sıralamayı ağaçların baskıya uğramaları değiştirmekte ve azamiye ulaşma süresini daha da ileri yaşlara kaydırmaktadır. Kayın ağaçları genç yaşlarda baskıya maruz kalmaları durumunda, maksimum boy artımlarını baskının kalkmasından bir kaç periyot sonrası gerçekleştirmektedir. Baskı altında kalan ağaçların maksimum boy artımlarının mutlak miktarları, serbest büyüyen ağaçlara nazaran geri kalmamakta hatta onları geçebilmektedir (Şekil 1).
- Kayın ağaçlarının boylanmalarında bonitete göre bir sıralanma görülmekte ve ağaçlar iyi bonitetlerde yüksek boy miktarlarına daha kısa sürelerde ulaşabilmektedir. Genç yaşlarda baskıda kalan ağaçların boylanma eğrileri daha sonra baskının kalkması koşuluyla, serbest gelişen ağaçların boylanma eğrilerini ileri yaşlarda geçebilmektedir (Şekil 2).
- Genç yaşlarda serbest büyüyen kayın ağaçlarının çap artımı ve kalınlaşma eğrilerinde bonitete göre bir sıralanma görülmektedir. Serbest büyüyen kayın ağaçları maksimum

periyodik çap artımlarını yaşamlarının ilk dönemlerinde gerçekleştirmektedirler. Baskıda kalan ağaçlar ise baskının azalmaya başladığı andan itibaren çap artımlarını yükseltmeye başlatmakta ve bu yükselmeyi bir kaç periyot devam ettirmektedir. Ağaçlar üzerindeki baskı ne kadar şiddetli olursa, baskı sonrası gerçekleştirdikleri çap artımları da o kadar yüksek olmaktadır. Kayın ağaçlarının çap artımları, baskı etkisiyle testere ağzı biçiminde bir gelişme göstermektedir (Şekil 4).

- Kalınlaşma eğrilerinde bonitet ve sosyal gövde sınıflara göre önemli bir gelişme farklılığı görülmektedir. Kayın ağaçları bonitete bağlı olarak ortalama 5-15 yıllık bir sürede göğüs yüksekliğine ulaşabilmektedir (Şekil 5).
- Genç yaşlarda serbest büyüyen kayın ağaçlarının periyodik hacim artım eğrilerinde bonitete göre bir sıralanma görülmektedir. Bu tür ağaçlar maksimum periyodik hacim artımına erken yaşlarda ulaşılmakta ve mutlak miktarı da yüksek olmaktadır. Buna karşılık baskıda kalan ağaçlar, maksimum periyodik hacim artımına geç yaşlarda ulaşmakta ve mutlak miktarları da düşük bulunmaktadır (Şekil 6).
- Yaşamlarının ilk dönemlerinde baskıda kalan kayın ağaçlarının hacim eğrileri, aynı bonitete serbest gelişen ağaçların hacim eğrilerinin altında gelişme göstermekte ve bu farkı tüm yaşamları boyunca ortadan kaldıramamaktadır (Şekil 7). Baskı, ağaçların hacimlenme eğrilerinde görülen bonitetin etkisini ortadan kaldırabilmektedir.
- Kayın ağaçlarının hacim artım yüzdesi eğrileri genç yaşlarda yüksek bir miktardan başlayarak yaşın ilerlemesiyle önceleri hızlı sonra yavaş bir şekilde azalma göstermektedir. Bu azalma, ağacın uzun süre baskıda kalması durumunda ve ileri yaşlarda baskı şiddetinin azaldığı anlarda tersine dönebilmektedir (Şekil 8).

Doğu kayını ormanlarının silvikültür ve amenajman planlarının düzenlenmesi sırasında ağaç serveti ve artım hesapları yapılırken, bu çalışmada ortaya konulan tek ağaçların hacim ve hacim elemanlarının artım ve büyüme özelliklerinin dikkate alınması yararlı olacaktır.

INDIVIDUAL TREE GROWTH IN THE UNEVEN-AGED ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky.) FORESTS

Y. Doç. Dr. Eyyüp ATICI

Abstract

Increment and growth relations in the uneven-aged forests are investigated in two sections on the base of individual tree and forest stand. In this study, increment and growth of volume and volume elements of individual trees in uneven-aged oriental beech forests has been investigated according to different site qualities and social classes and growth periods. Besides, the methods which will be able to be used in the determination of site quality classes and suppression degrees on individual trees in uneven-aged oriental beech forests have been presented as well. Research material has been taken from 4 temporary sample plots which have 0.25 hectare horizontal area and have been selected from normally covered uneven-aged oriental beech forest stands in Bursa and Zonguldak forest region directorships. In the sample plots, 9 sample trees which have been sampled according to the different social classes and growth periods have been cut in 2 m sections stem analysis. After average 80-100 years suppression period, beech trees can significantly increase the periodical increments of diameter, height and volume providing that suppression is not present.

Keywords : Uneven-aged forests, Oriental beech, Increment, Growth, Suppression degree

SUMMARY

The periodical increment and growth properties of volume and volume elements of individual trees in uneven-aged oriental beech forests has been investigated. Besides, volume increment percentage of individual trees has been investigated according to age periods as well.

In this research, the results related to growth properties of the individual trees have been obtained and given below.

- After periodic height increment, oriental beech trees had the maximum value in early age periods, it displayed a slow incline and a ranking according to site quality classes. The suppression on oriental beech trees changed this ranking and also extended the time necessary for culmination toward the bigger ages. In the case of that oriental beech trees are exposed to suppression in early ages. They materialize their maximum periodic height increment after a few age periods from that the suppression disappears. Absolute amounts of maximum height increments of oriental beech trees under suppression are not less than those of free growing trees can exceed (Figure 1).

- Height growths of oriental beech trees rank according to site quality classes. Oriental beech trees can acquire upper height values in good quality sites in shorter times. The height growth curves of oriental beech trees which are under suppression can exceed the height growth curves of free growing beech trees in forward age periods (Figure 2).
- The dbh increment and growth curves of oriental beech trees freely growing in early ages rank according to site quality classes. The maximum periodic diameter increment in free growing oriental beech trees is reached in early age periods. In contrast, if beech trees are under suppression, their diameter increments begin to rise from that the suppression on trees begins to decline and this rise continues several periods. The more intensive the suppression on oriental beech trees, also the higher the dbh increments that they materialize after suppression. The dbh increments of oriental beech trees display a serrated development by the effect of suppression under which they are (Figure 4).
- The dbh growth curves of oriental beech trees display an important development difference according to site quality and social classes. Oriental beech trees can reach to breast height within 5-15 years in average depending on site quality (Figure 5).
- The periodical volume increment curves of oriental beech trees freely growing in early ages rank according to site quality. The periodic volume increments of these types of oriental beech trees reach to culmination point in early ages and their absolute values are high as well. In contrast, suppressed trees reach to culmination point of periodic volume increment in late ages and the absolute values of periodic volume increment at culmination point are also high (Figure 6).
- Volume growth curves of oriental beech trees which had suppression in early age periods display a development under the volume curves of free growing trees and the difference between them can not be eliminated during tree life (Figure 7). Suppression can eliminate the site quality effect seen in volume growth curves of oriental beech trees.
- Volume increment percentage curves of oriental beech trees display first rapidly, later slowly decreasing with the progress of age, beginning from a high value. In case the tree remains under suppression a long time and at times that suppression intensity decreases in late ages, this decrease may reverse (Figure 8).

During the preparation of forest management and silvicultural plans of oriental beech forests, while the computations of volume and increment are made, the results of this research concerned with the volume and volume elements growth properties of individual beech trees may be benefited.

KAYNAKLAR

- AKALP, T., 1982 : Doğu Ladini Meşcerelerinde Siperin Etkisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 32, Sayı: 2
- ASAN, Ü., 1988 : Batı ve Orta Karadeniz Yöresindeki Doğu Kayını Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. İ.Ü.Or. Fak. Dergisi Seri A, Sayı:1
- ASAN, Ü., 1990 : Sürgün Kökenli Kayın Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. İ.Ü. Or. Fak. Dergisi Seri A, Cilt 40, Sayı:2

- ATICI, E., 1998 : Değişikyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Artım ve Büyüme. Doktora Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- BACKMAN, G., 1934 : Wachstum Und Organische Zeit. Leipzig.
- CARUS, S., 1998 : Aynı Yaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Artım ve Büyüme. Doktora Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- ERASLAN, İ., YÜKSEL, Ş., GİRAY, N., 1984 : Batı Karadeniz Bölgesindeki Koru Ormanlarının Optimal Kuruluşları Hakkında Araştırmalar. Tarım Orman ve Köy İşleri Bak. Or. Gen. Müd.. Yayın .Sıra No: 650/ Seri no. 58, Ankara
- FIRAT, F., 1972 : Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Or. Fak.. Yayın No: 166.
- FIRAT, F., 1973 : Dendrometri. İ.Ü. Or..Fak.Yayın No.1800/193. İstanbul.
- FIRAT, F., GÜNEL, A., 1973: Çeşitli Ağaç Türlerinde Boy Artımı Üzerine Araştırmalar. IV. Bilim Kongresi. Ankara
- FLURY, PH., 1929 : Über den Aufbau Der Planterwalder. Mitt. d.Schw. Anst. für das Fortliche Versuchswessen. XV.
- GUTTENBERG, von A.R., 1927 : Aus der Zuwachslehre. Handbuch der Forstwissenschaft, 3. cilt
- HUSCH, B., MILLER, C. I, BEERS, T. W., 1982 : Forest Mensuration. John Wiley & Sons Inc. Newyork.
- JAROSCHENKO, G., 1935 : Zur Frage des Einfluss der Bestandesdichte auf das Wachstum der Buche Forstw.. Centrabl, s.385.
- JERRAM, M.R.K., BOURNE, R., 1949 : Elementary Forest Mensuration.Thomas Murby and Company,London.
- KALIPSIZ, A., 1962 : Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları. O.G.M. Yayını 339/7
- KALIPSIZ, A., 1982 : Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Or. Fak.. Yayın no.3052/328
- KALIPSIZ, A. , 1984 : Dendrometri. İ.Ü. Or..Fak.Yayın No.3194/354.İstanbul.
- LLOYD, F.T., MUSE, H.D., HAFLEY, W.L., 1982 : A Regression Application For Comparing Growth Potential of Environments at. Different Points In the Growth Cycle. Biometrics 38, 479-484
- MAGIN, F., 1959: Struktur Und Leistung Mehrschichtiger Mischwalder In Den Bayerischen Alpen. Mitt. Staatsforsverw Bayern, München
- MITSCHERLICH, G., 1970 : Wald Wachstum Und Umwelt, 1-3 cilt J.D.Saverlanders Frankfurt.Verlag.
- ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1991 : Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik. O.G.M. Yayını
- SARAÇOĞLU, Ö., 1988 : Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. O.G.M. Yayını.
- SCHAEDELIN, W., 1931 : Über Klasseneinteilung und Qualification der Waldbaeume Schweiz. Zeitschr. F. Forstw.
- SCHÜTZ, J.PH. (Çev: H.C.ŞAD), 1974 : Değişikyaşlı Kuruluştaki İki Meşcere ve Bir Bakir Ormanda Gökmar ve Ladinin Boy ve Çap Büyümesi Olaylarının İncelenmesi. İ.Ü.Or. Fak. Yayın no. 197.
- WIEDEMANN, E., 1930 : Anweisung Für Die Aufnahme Und Bearbeitung De Versuchflaechen Der Preuss. Forst. Ver-suchsanstalt.