

SERİ

B

CİLT

XVII

SAYI

2

1967

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



MUHTELİF YAŞLI KORU ORMANLARINDA KULLANMAĞA ELVERİŞLİ BONİTET TAYİNİ METODLARI

Y a z a n:

Prof. Dr. İsmail ERASLAN

I. Etüdün Maksadı :

Bilindiği üzere, muhtelif yaşlı kuru ormanları ve bunun tipik temsilcisi seçme kuru ormanı, aynıyaşlı kuru ormanlarından birçok özelliklerle ayrılmakta, böyle bir orman formunun kendine özgü optimal kuruluşu, silvikültürü, koruma ve iç taksimat yapma tekniği, envanter ve amenajman metdoları bulunmaktadır. Bu ormanlarda, aynıyaşlı sahalar küçülmüş, küçük gruplara ve tek ağaca kadar inmiş ve dolayısıyla yaş önemini kaybetmiştir. Seçme ormanında düzenleme unsurları olarak yaşın yerini çap ve yaş sınıfının yerini çap sınıfı, sahanın yerini ağaç sayısı almıştır.

Muhtelifyaşlı kuru ormanlarının üretim ve hasılat gücünün ifadesi olan boniteti tayin eden metodların da, bu ormanların gösterdiği özelliklere uygun ve elverişli olması gereklidir. Aynıyaşlı ormanlarda bonitet tayini için çok çeşitli metodlar geliştirilmiş ve bununla ilgili fazla sayıda yayınlar yapılmış olmasına karşılık, muhtelifyaşlı kuru ormanlarında bonitet tayini ile ilgili araştırma ve yayınlar, sayıca az ve hacimca sınırlıdır.

Seçme ormanı kuruluşu, herşeyden önce Gökmar gibi gölgeye dayalı ağaç türlerinin mevcudiyetini şart koşar ve bu kuruluşun ana unsurunu ve temelini teşkil eder. Yurdumuzda **Abies bormülleriana Matf.**, **Abies nordmanniana Spach.**, **Abies equitrojani Aschers. et Sint** ve **Abies cilicica Carr.** gibi Gökmar türleri bulunmakta ve bu Gökmar türleri muhtelifyaşlı saf meşcereler veya Lâdin, Kayın ve Çam gibi diğer ağaç türleri ile muhtelifyaşlı karışık meşcereler meydana getirmekte ve birçok yerlerde seçme kuruluşları göstermektedirler. Yurdumuzda bu gibi muhtelifyaşlı ormanların amenajmanı yapılırken, bu ormanların büyüyüp geliştiği yetişme muhitlerinin bonitetlerinin de tayin edilmesi gerek-

2 — İnsanın etkisi olmadan tabii faktörlerin etkisi ile meydana gelen **potansiyel yetiştirme muhiti bonitetidir.**

Bir yerdeki yetiştirme muhitinin aktüel veya potansiyel boniteti, belirli endekslere (gösterge veya eski dille müş'ir) ve metodlara dayanılmak suretile bulunur ki, bunlara **Bonitet Tayini Metodları** adı verilir. Bugün çok sayıda bonitet endeksleri kullanılmakta ve bunlara dayanılarak da çok sayıda ve çeşitte bonitet tayini metodları ortaya konulmuş bulunmaktadır. Bu metodların mahiyetini tanımak, kullanılacağı yerleri ve ormanları belli edebilmek için, bir esastan giderek bunları sınıflamak gerekmektedir.

Bundan önceki yayınlarımızda bonitet tayini metodları, aşağıdaki şekilde üç gruba ayrılarak incelenmişti :

1 — Yetiştirme muhiti faktörlerini endeks olarak kullanan metodlar,

2 — Yaşın bir fonksiyonu halinde meşcere karakteristiklerini endeks olarak kullanan metodlar,

3 — Çapın bir fonksiyonu halinde meşcere karakteristiklerini endeks olarak kullanan metodlar.

Hiç şüphe yok ki, bu sınıflama şekli, herbir metodun dayandığı temel ve ilkeyi yakından tanımak ve böylece teorik yönden mahiyetini kavramak için faydalıdır. Ancak, pratikte çalışan ormancı ve özellikle amenajmancı için, söz konusu metodların nerelerde ve hangi orman formlarında kullanmağa ve uygulanmağa elverişli olacağıın bilinmesi önemlidir. Bu düşünceye dayanılarak, bonitet tayini metodlarının, bu defa aşağıdaki şekilde sınıflanması uygun ve faydalı görülmüştür :

1 — Hem aynıyaşlı ve hem de muhtelifyaşlı ormanlarda kullanmağa elverişli bonitet tayini metodları,

2 — Aynıyaşlı ormanlarda kullanmağa elverişli bonitet tayini metodları,

3 — Muhtelifyaşlı ormanlarda ve özellikle seçme ormanlarında kullanmağa elverişli bonitet tayini metodları.

Aynıyaşlı ormanlarda kullanılan bonitet tayini metodlarının, gerek dış memleketlerdeki ormancılık literatüründe ve gerekse müellifin bazı yayınları ile (Eraslan, 5, 6, 7, 9, 10 ve 12) memleket içi literatüründe oldukça etraflı işlenmiş olması ve ayrıca bu yazının konusunun dışında kalması sebebiyle, burada tekraren açıklanmasından vazgeçilmiştir. Buna karşılık, 1 inci ve 3 üncü gruba giren metodlar, muhtelifyaşlı orman-

larda ve özellikle seçme ormanlarında kullanılması sözkonusu olduğundan, bu metodların yazının hacmine ve maksadına uygun şekilde açıklanması gerekli görülmüştür.

III. Hem Aynıyaşlı ve Hem de Muhtelifyaşlı Ormanlarda Kullanmağa Elverişli Bonitet Tayini Metodları :

Bu metodların büyük bir çoğunluğu, iklim, mevki ve toprak gibi yetiştirme muhiti faktörlerini bonitet endeksi olarak kullanmakta ve bonitet ile bu faktörler arasındaki karşılıklı ilişkiye dayanmaktadır. Bu metodları, aşağıdaki şekilde gruplamak mümkündür :

- 1 — İklimle ait unsurları endeks olarak kullanan metodlar,
- 2 — Mevki ve toprak faktörlerini endeks alan metodlar,
- 3 — Toprak florasını endeks olarak kullanan metodlar,
- 4 — Yetiştirme muhiti faktörlerinin kombinesine dayanan metodlar,
- 5 — Yaprak içerisindeki besin maddelerini endeks alan metodlar.

A — İklimle ait unsurları endeks olarak kullanan bonitet tayini metodları :

Bir memleket veya kıt'alar içerisindeki orman sahalarının verimliliği hakkında geniş sınırlar dahilinde bilgi edinmek maksadile iklimle ait bazı önemli unsurların endeks olarak kullanılması düşünülmüştür. Örneğin, Kanada'da Rowe tarafından 1959'da (Rennie, 21, S. 308) **sıcaklık** ve **yağış** gibi faktörlere dayanarak, Martonne tarafından **yıllık yağış yıllık ortalama sıcaklık** oranını kullanmak, Angström tarafından **en sıcak** ve **en soğuk aylar arasındaki sıcaklık farklarından** faydalanarak suretile bazı bonitet tayini metodları ortaya konulmuştur.

Bu gruba giren metodlardan en önemlisi, Finlandiya ve İskandinav memleketlerinde *Picea exelsa* ve *Pinus silvestris* ormanları için Paterson'un 1956'da geliştirdiği, Weck tarafından 1957 yılında bazı değişikliklerin yapıldığı **Verimlilik Endeksi Formülü**'dür (2, 21, 25 ve 26). Bu formül aşağıda gösterilmiştir :

$$CVP = \frac{T_v \cdot N \cdot G \cdot E}{T_a \cdot 360 \cdot 100} \quad (1)$$

CVP = Paterson bonitet endeksi veya verimlilik endeksi, T_v = Yılın en sıcak ayının ortalama sıcaklığı (derece olarak), T_a = en sıcak ve en so-

ğuk ayların ortalama sıcaklıkları arasındaki fark (derece olarak), $N =$ Yıllık ortalama yağış miktarı (mm olarak), $G =$ Vejetasyon süresi (ayların sayısı halinde), $E =$ Milankovitch faktörü (bu faktör = $\frac{R_p \cdot 100}{R_s}$ dır. $R_p =$ kutptaki radyasyon ve $R_s =$ söz konusu yetiştirme muhitindeki radyasyondur).

CVP endeksi kutupta sıfır ve ekvatorda 20000'dir. $CVP < 25$ ise ormanın gelişmesi mümkün değildir. Ormanın gelişmesi ve artımı 25 değerinden itibaren başlayarak 30,000 değerine doğru tedrici olarak yüksebilir ve $CVP > 30,000$ olduğu zaman düşer (21).

Sınırlı bir coğrafi mekân içerisinde, topraktaki besin maddelerinin ve su miktarlarının değişik olmasından ötürü ağaçların artım güçlerinde önemli farkların mevcudiyeti dikkate alınmış ve böylece Paterson tarafından 11 adet regresyon denklemi bulunmuştur ki, bunlar içerisinde en iyi sonuç veren şudur (Carbonier - Paterson - Person, 2) :

$$Y = 7,06 + 0,300 \cdot Tv - 0,338 \cdot Ta \quad (2)$$

Burada $Y = m^3$ cinsinden hektardaki yıllık hasılatı göstermektedir.

Artım burguları vasıtasile yapılan artım araştırmaları sonuçları ile bu metodun verdiği sonuçlar bir birleriyle kıyaslanmış ve bu metodun saf ormanlara nazaran karışık ormanlarda daha iyi sonuçlar verdiği tesbit olunmuştur.

Yukarıda adı geçen 11 adet regresyon denklemlerinden aşağıda verilen ikisi, Finlandiya, Norveç ve Danimarka ormanlarına ait hasılat miktarları ile kıyaslanarak teste tabi tutulmuştur :

$$Y = 1,18 + 0,257 \cdot CVP \quad (3)$$

$$Y = 3,47 + 0,0204 \cdot CVP - 0,0222 \cdot Z \quad (4)$$

Burada $Z =$ karışık meşcerelerde *Pinus silvestris*'in karışma oranını göstermektedir. $Z = 100$ alınırsa, son denklem,

$$Y = 1,25 + 0,204 \cdot CVP \quad (5)$$

şeklini almaktadır ki, bu denklem saf sarı Çam ormanlarının üretim gücünün ortaya konmasına elverişli olmaktadır.

İklim endekslerine dayanan metodların kritiği :

Yukarıda kısaca esasları verilen iklim endekslerine dayanan metodların ve özellikle Paterson'un metodu. Enternasyonal Ormanlık Araş-

tırma Müesseseleri Birliğinin (IUFRO) 1961 yılında Viyana'da yaptığı toplantıda 25 numaralı Orman Hasılat ve Amenajmanı Seksiyonu'nda, bir çalışma grubunun verdiği rapora göre tartışılmış ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır (26) :

1 — Sadece iklim endekslerine dayanılmak suretile belirli bir yetiştirme muhitinin hasılat sınıfı, yeteri doğrulukla tayin olunamaz.

2 — Paterson Endeksi, tek başına iklim bakımından birlik gösteren bir yetiştirme mıntakasında (Wuchsgebiet) hektardaki hasılat gücünü tayin için, ormancılığın tatbikatında, dünyanın her yerinde carî olabilecek bir endeks değildir.

3 — Paterson'un endeksi gibi, dünyadaki bütün orman formasyonları (formasyon sınıfları, Formationsklassen) için geçerli olabilecek aynı yapıda ve ölçülerde bir endeksin bulunabileceği beklenmemelidir.

4 — Sınırlı rejyonlar için esaslı tecrübe ve mümaseselere dayanarak, bu sınırlı rejyonda mevcut yetiştirme mıntıklarının (Wuchsgebiet) ortalama hasılat gücünü ortaya koyan yeteri doğrulukta, bazı endekslerin kolerasyonuna istinaden regresyon denklemlerinin bulunması mümkün görülmüştür.

B — Mevki ve Toprak Faktörlerini Endeks Olarak Kullanan Bonitet Tayini Metodları :

Bu metodlardan bir kısmı sadece lokal mevkie ait denizden yükseklik, bakı, meyil, arazi şekli gibi faktörleri; bir kısmı toprağa ait besin maddeleri, su miktarı, humus miktarı, PH miktarı, derinlik, tekstür v.s. gibi faktörleri; bir kısmı da mevki ile toprak arasında mevcut karşılıklı ilişkiyi dikkate alarak, bu iki gruba giren faktörleri endeks olarak kullanmaktadır. Birçok araştırmacılar, bu faktörlerle yetiştirme muhitinin verimliliği arasındaki karşılıklı ilişkiyi tesbit etmek suretile, bazı fonksiyonlar ortaya koymuşlardır.

Bu yönde yapılan araştırmalara örnek olmak üzere, aşağıdaki iki metodun açıklanması uygun görülmüştür.

a — Trimble ve Weitzmann'ın artım denklemi :

1956 yılında Trimble ve Weitzmann, Amerika'nın Kuzey Appalachian Mıntakasında yapılan Quercus rubra ormanları için, lokal mevkiin ve toprağın bazı vasıflarına dayanarak aşağıdaki denklemi bulmuştur (Rennie, 21, S. 311) :

$$Y = 1,9702 - 0,0618 \cdot X_1 + 0,0012 \cdot X_2 - 0,0020 \cdot X_3 - 0,1509 \cdot X_4 \quad (6)$$

Burada Y = bonitet endeksini, X_1 = bakıyı, X_2 = sırttan olan mesafeyi, X_3 = meyili, ve X_4 = toprağın tüm derinliğini göstermektedir.

Birleşik Amerika ve Kanada ormanlarında bu esaslara dayanarak Göknar, Çam, Meşe, Cryptomeria, Chamaecyparis ormanlarının üretim potansiyelini ortaya koyan çeşitli denklemler bulunmuştur.

b — Doollittle'ın deklemi :

Doollitte, araştırma sahası olarak Birleşik Amerika Devletlerinin Güney Appalachian Mintakasını seçmiştir ki, bu mintaka denizden 450-1950 m yükseklikleri arasında bulunmaktadır. Bu mintaka içersinde Kuzey Karolina'nın Ashville yakınındaki Bent Creek adı verilen Quercus coccinea Muenchh., Quercus velutina Lam. türlerinden müteşekkül Deneme Ormanı araştırmaya konu olmuştur (1957, 3).

Bu ormanın muhtelif bonitetlerinden ve muhtelif yaş sınıflarından 110 adet, 0,08 ha büyüklüğünde deneme sahaları alınmıştır. Herbir deneme sahasında yaş tayin edilmiş ve 4-6 sayıda hâkim ağaçların boyları ölçülmüştür. Standard yaş olarak 50 yıl kabul olunarak, herbir deneme sahasının üstboya göre bonitet endeksi bulunmuştur. Bundan başka herbir deneme sahasında, lokal mevki ve toprak faktörlerine ait aşağıdaki 20 unsur tesbit olunmuştur :

- 1 — A Horizonunun derinliği,
- 2 — B₂ Horizonunun derinliği,
- 3 — B Horizonunun strüktürü,
- 4 — Ana kayanın derinliği,
- 5 — Yamaçtaki yeri,
- 6 — Yamacın meyil derecesi,
- 7 — Yamacın şekli,
- 8 — Tesviye eğrilerinin şekli,
- 9 — Bakı,
- 10 — Denizden yükseklik,
- 11 — B Horizonunun rutubet ekivalanı,
- 12 — B Horizonunun embibisiyon suyu değeri,
- 13 — A Horizonundaki kum yüzdesi,

- 14 — B Horizonundaki kum yüzdesi,
- 15 — A Horizonundaki kil yüzdesi,
- 16 — B Horizonundaki kil yüzdesi,
- 17 — A Horizonundaki çakıl hacmı,
- 18 — B Horizonundaki çakıl hacmı,
- 19 — A Harizonundaki gevşek kaya hacmı,
- 20 — B Horizonundaki gevşek kaya hacmı,

Bu 20 çeşit değişkenden her birisi ayrı ayrı ele alınarak, bonitet endeksi ile olan ilişkisi, grafikler çizilmek ve istatistik analizleri yapılmak suretile ortaya konulmuştur. Bütün bu değişkenler içersinde bonitet endeksi ile en kuvvetli korelasyon (karşılıklı ilişki) gösteren değişken **A Horizonunun Derinliği** olmuş ve bu değişken X_1 ile ifade edilmiştir. Bu değişkene göre aşağıdaki regresyon denklemi bulunmuştur :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 \quad (7)$$

Burada $Y =$ bonitet endeksi, $b_0 =$ bir konstant, $X_1 =$ A Horizonunun derinliği ve $b_1 = X_1$ değerinin katsayısıdır.

Bu değişkenler arasında bonitet endeksi ile ikinci derecede kuvvetli korelasyon gösteren değişken **deneme sahasının yamaçtaki yeri** olmuş ve buna göre de aşağıdaki regresyon denklemi geliştirilmiştir.

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 \quad (8)$$

Burada $X_1 =$ A Horizonunun derinliğini, $X_2 =$ deneme sahasının yamaçteki yerini göstermektedir.

20 değişken arasında bonitet endeksi ile üçüncü derecede korelasyonu olan değişkenin **A Horizonunun kum yüzdesi** olduğu tesbit olunmuş ve bu miktar X_3 ile gösterilmek suretile aşağıdaki regresyon denklemi bulunmuştur :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_3 \quad (9)$$

Hesap ve istatistik analizle bulunan katsayılarının nümerik değerleri formülde yerlerine yazılmak suretile, aşağıdaki denklem elde olunmuştur :

$$Y = 38,7690 + 8,8057 \cdot X_1 - 0,0477 \cdot X_2 - 0,4620 \cdot X_3 \quad (10)$$

Bunların dışında kalan diğer değişkenlerin bonitet endeksi ile olan karşılıklı ilişkileri **önemsiz** ve **Y fonksiyonuna olan etkileri çok zayıf** olarak mütalâa olunmuş ve böylece denklem içersinde yer almamaları uygun görülmüştür.

Bu metodların kritiği :

Mevki ve toprak faktörlerini endeks olarak kullanan bonitet tayini metodlarının maksada elverişliliğini ve yararlılığını aşağıdaki şekilde tesbit etmek mümkündür :

1 — Mevki ve toprağa ait faktörlerle yetiştirme muhitinin üretim gücü ve artım potansiyeli arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. Bu ilişkiden faydalanılarak, sınırlı ve belirli orman mıntıklarında, bir yerin artım gücü ve hasılatı hakkında fikir almak mümkündür.

2 — Mevki ve toprağa ait faktörler, teker teker ele alınarak, bunların bonitet ile olan karşılıklı ilişkileri araştırıldığı zaman görülmektedir ki, bu ilişkiler, hepsinde aynı derecede değil, bazılarında **kuvvetli** ve bazılarında çok **zayıf** olmaktadır. Bu sebeple her unsur ve faktör, bu maksada elverişli değildir. Bu değişkenler içerisinde ilişkisi en kuvvetli olanlarını araştırıp bulmak, buna göre **sınırlı bir mıntika ve belirli bir ormanın** tabii şartlarına uygun denklemleri ortaya koymak ve pratik maksatlar için bunları kullanmak gereklidir.

3 — Tek başına mevki ve toprak faktörleri bonitet endeksi olarak kullanıldığı takdirde, bu faktörler yetiştirme muhitinin verimliliği hakkında bir fikir vermekte ve fakat bunu nümerik olarak ortaya koyamamaktadır. Bu sebeple bu faktörlerin meşcere karakteristikleri ile (belirli bir yaşta meşcere orta boyu, meşcere üst boyu, hektardaki servet ve artım gibi) olan karşılıklı ilişkileri tesbit olunarak, farklı bonitetlerin bu endekslerle ifade edilmesinde bir zorunluk mevcuttur.

C — Toprak florasını endeks olarak kullanan bonitet tayini metodları :

Bu metodlar, meşcerelerin altında ve toprak üzerinde yer alan floranın tanınması ve incelenmesi suretile, flora ile yetiştirme muhitinin üretim potansiyeli arasında mevcut karşılıklı ilişkiye dayanmaktadır. Bu bakımdan aşağıdaki üç sistem geliştirilmiştir.

a — Cajander'in sistemi :

Cajander, oldukça yeknesak tabii şartlara sahip Finlandiya ormanlarına ait gevşek meşcereler arasında görülen flora ile yetiştirme muhitinin hasılat sınıfı arasındaki ilişkiyi arttırmış ve tesbit etmiştir ki, bazı türler yüksek bonitetlerde, bazıları düşük ve bazıları da orta bonitetdeki yetiştirme muhitlerinde görülmektedir. Bu bitkilere **Endeks bitkileri** adını vermiştir ki, Finlandiya ormanları için en önemlileri, Calluna - Cla-

donia, Calluna, Vaccinium, Myrtillus, Oxalis-Myrtillus, Oxalis ve Aconitum'dur. Cajander bu türlere dayanmak ve ayrıca orman tiplerini de dikkate almak suretile, ormancılık pratiğinde ve özellikle orman amenjmanı işlerinde kullanılabilir bir bonitet tayini sistemi vücuda getirmiştir. Bu sistem, sonradan İlvessalo ve Sisam tarafından daha da geliştirilmiştir.

Almanya'da bu sistem, Ganssen, Wiedemann, Merz, Kötz ve Wohlfarth tarafından uygulanmış ve memleket şartlarına göre değiştirilip geliştirilmiştir (24 ve 27). Almanya'da bu sistemin uygulanmasına bir örnek olmak üzere, Kötz ve Merz tarafından düzenlenen **Tablo No. 1** verilmiştir (24, S 68).

Ganssen, Kuzey Almanya dilivium yetişme muhitlerinde bulunan Çam ormanları için, flora tipi ile beraber karakter bitkilerini, orman tipini ve toprak tipini de dikkate almak suretile, bu metodu geliştirmiştir ki, buna ait bir örnek **Tablo No 2'** de verilmiştir (24, S 67).

Tablo No. 1

Flora Tipi	Ağaçlık Yaşında Meşcere Boyuna Göre Bonitet Sınıfı	100 Yaşında Lâdin Meşceresinin Genel Ortalama Artımı m ³
Oxalis	I, 0 — 1,8	9,5 — 12,0
Oxalis-Myrtillus	I, 2 — II, 4	8,6 — 11,0
Myrtillus-Calluna	III, 0 — IV, 2	5,5 — 7,2
Calluna-Myrtillus	IV, 2—V ve altında	3,6 — 5,5
Myr. -Calamagrostis Hal	IV, 7—V ve altında	3,6 — 4,6
Likenler	V'in altında	2,0 — 3,4

Yapılan araştırmalar ve burada verilen örnekler göstermektedir ki, ormanın alt florası ile yetişme muhitiinin üretim gücü ve hasılat sınıfı arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. Ancak bu ilişkinin numerik olarak ifade edilmesile toprak florası, ormancılık ve özellikle orman amenjmanı pratiği için elverişli olmaktadır. Nitekim, her iki örnekte toprak florasının gösterdiği bonitet, olgun çağdaki meşcere boyu ve meşcerenin 100 yaşındaki genel ortalama artım endeksleri ile ifade edilmiştir.

Cajander'ın floristik metodu, Kanada'ya İlvessalo ve Heimburger vasıtasıyla sokulmuş ve bu memlekette gelişmesi sağlanmıştır.

b — Tüxen'nin sistemi :

Kuzey Almanya şartları için Tüxen'nin geliştirdiği floristik sistem, Bitki Sosyolojisine dayanmaktadır. Bu metotta bitki assisiyasyonları ve subassisiyasyonları sadece en çok rastlanan ve en fazla göze batan bitkileri değil, daha çok mevcut bitkiler içerisinde yetişme muhiti niteliklerini en iyi şekilde gösteren, dikkatli bir araştırma ile tesbit edilen ve adına kılavuz bitki (Leitpflanzien) denilen belirli bitki türlerine göre tefrik edilmektedir. Buna göre bitki listeleri düzenlenmekte ve bunlar içerisinde en fazla görülen ve sahayı en fazla kaplıyan türler tesbit olunmaktadır. Bu yöndeki çalışmalar iyi bir Botanik ve Ekoloji Bilgisine dayanılarak yapılmaktadır. Böylece bu metod, bundan önceki Cajander Metoduna kıyasla daha inceye giden ayrımlar yapmakta ve bu yolla toprağın kireç muhtevası, taban sularının yakınlığı ve silvikültür noktasından önemli olan unsurlar hakkında daha iyi fikir sahibi olmaya ve daha esaslı kararlar almaya imkân vermektedir (27, S.253).

c — Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılan floristik sistem :

Spurr, Finlandiya, Almanya ve Kanada'da kullanılan Cajander'in floristik metodunun Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılabilmesi için aşağıdaki düşünce ve koşulları ileri sürmektedir (22, S. 306 - 307).

1 — Floristik metodun kullanılmasında, ağaç, ağaççık ve toprak florasından herhangi birisine bağlı kalmaya lüzum yoktur. Herhangi bir bitkinin varlığının ve bolluğunun yetişme muhiti ile yakın ve sıkı bir ilişkisi olabilir. Bu sebeble de endeks bitki olarak kullanılabilir. Bess, Spurr ve Littelfield, üst ara ve alt tabakada bulunan ağaçlarla gençliği de bu maksatla kullanmışlar ve iyi sonuçlar almışlardır.

2 — Endeks bitkilerin sahaya dağılışı az veya çok benekler halindedir. Bundan dolayı herhangi bir bitkiye fazlaca güvenilmemelidir.

3 — En iyisi hükümler, münferit bitkilere değil, bitki gruplarına dayatılmalıdır.

Bu çeşitli düşüncelere dayanarak, Spurr, floristik sisteme göre yetişme muhitlerinin ayrılması ve üretim gücü hakkında fikir sahibi olunması için, **Endeks Bitkiler Spektrumu**'nun kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu spektrum, ağaç, ağaççık ve toprak florasına ait endeks bitkilerin listesinden ibaret bulunmaktadır. Bu bitkiler liste içerisinde öyle sıralanmaktadır ki, her yetişme muhitinde kuru ve dolayısıyla düşük boniteti gösteren bitkiler üst tarafa, ıslak ve dolayısıyla yüksek bonitetleri gösteren bitkiler alt tarafa, orta boniteti gösteren bitkiler bunların ara-

Tablo No. 2

Flora tipi	Karakter bitkileri	Orman tipi ve toprak tipi	Meşcere boyu bonitet sınıfı	100 yaşında bir Çam meşceresinin hektar başına genel ortalama artımı, kalın odun m ³
Tatlı çayır otları	Oxalis, Rubus spp. Aspidium spp. tatlı çayır otları	Esmer orman toprağı, mul, balçık, kil, Meşe + Gürgen ormanı	I, 1 — II, 2	6,2 — 7,7
Myrtilus ve eğrelti	Vaccinium, Myrtilus Pteridium aqu., Aira flex., Hypnum Schreb.	Ekseriyeglay-podsol, Meşe + Huş ormanı	I, 9 — II, 2	6,2 — 6,5
Myrtilus	Vaccinium, Myrtilus, küçük otsu bitkiler, Hypnum Schreb.	Orta derecede ağarmış kum toprağı Meşe + Huş ormanı	I, 8 — III, 2	4,9 — 6,6
Aira - Hypnum	Aira flexiosa, Hypnum Schreb. ve pürüm	Zayıf derecede ağarmış kum toprağı, Meşe + Huş ormanı ve Çam ormanı	I, 9 — III, 6	4,4 — 6,5
Vaccinium	Vaccinium Myrtilus ve Vitis idaeae	Ham humuslu ağarmış kum toprağı Meşe + Huş ormanı ve Çam ormanı	II, 4 — III, 6	4,4 — 5,9
Calluna	Calluna vulgaris, Aira flexiosa, Hypnum Schreb.	Çok kuvvetli derecede ağarmış topraklar (pas toprağı) Çam ormanı	II, 4 — IV, 6	3,1 — 5,7
Cladonia - Vaccinium	Vaccinium'la birlikte Cladonia, Aira flexiosa, Hypnum türleri	Tahrip edilmiş orman tipi veya öncü orman tipi	III, 5 — IV, 5	3,2 — 4,4
Cladonia	Hemen tek başına Cladonia hâkim	Tahrip edilmiş orman tipi veya öncü orman tipi	IV, 0 — V, 0	2,7 — 3,8

sına konulmaktadır. Ormancı, böyle bir listeyi beraberinde ormana götürerek, bir yetişme muhitinde rastladığı endeks bitkilerin **varlığı, normal** veya **bol** miktarda bulunuşunu tesbit etmekte ve listedeki yerlerini işaretlemektedir. Sonra bitkilerin dağılışına göre bir eğri geçirerek, bu dağılışın merkezine tekabül eden bitkiye istinad ederek yetişme muhiti- nin boniteti hakkında fikir sahibi olmaktadır.

Bu metod, Birleşik Amerika Devletlerinin Kuzeydoğu **Lâdin** ve **Gök- nar** türlerinden müteşekkil ve böylece seçme ormanı kuruluşu meydana getirmeye uygun ormanlarda uygulanmış ve iyi sonuçlar alınmıştır (Spuurr, 22, S. 308).

Floristik sistemlerin kritiği :

1 — Bu sistemler, ağaç, ağaççık ve otsu bitkilerin incelenmesine ve tanınmasına dayandığından uygulanması kolay ve basittir.

2 — Vejetasyon ve özellikle toprak florası, meşcerenin bünyesinde ve toprağın niteliklerinde meydana gelen pozitif ve negatif yöndeki de-ğişikliği, diğer endekslere nazaran en önce ortaya koymaktadır. Bu yolla ormana yapılan etkinin sonucunu, değişen floraya bakarak öğrenmek mümkündür.

3 — Floristik sistemler, bir yetişme muhiti- nin aktüel bonitetini yansıtırlar ve potansiyel boniteti göstermezler.

4 — Floristik sistemler, tek başına kullanıldıkları takdirde, yük- sek, orta ve düşük bonitetleri birbirinden geniş sınırlar içerisinde ayır- mağa yetmekte, buna karşılık bir yerin üretim gücünü nümerik olarak vermemekte, bu sebeble de meşcere karakteristiklerine dayanan bir en- deksle ifade edilmesi (Standart bir yaşta ve çapta üstboy, yahut stan- dard bir yaşta genel ortalama artım v.s. gibi) ve bu yetersizliğinin bu yol- da giderilmesi gerekmektedir.

5 — Bazı geniş mıntikalarda flora aynı kaldığı halde bu sahalarda önemli bonitet farkları görülmekte veya flora değiştiği halde bonitet ay- nı kalmaktadır.

D — Yetişme muhiti faktörlerinin kombinesine dayanan metodlar :

Tek başına yetişme muhiti faktörleri, özellikle lokal mevki ve toprak nitelikleri veya tek başına vejetasyon, üretim gücünün ortaya konmasın- da endeks olarak kullanıldıkları takdirde, yukarıda açıklanan sakınca ve yetersizlikler ortaya çıkmaktadır. İşte bu sakıncaları gidermek maksadi-

le, bugün bu faktörlerin hepsini dikkate almak ve bunlar içerisinde üretim gücüne en fazla etkisi olan faktörleri kombine etmek düşünülmüş ve böylece bonitet tayin eden kombine metodlar ortaya çıkmıştır. Bunların birbirinden çok farklı varyasyonları mevcuttur. Bugün dünyanın değişik yerlerinde değişik metodlar geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

E — Yaprak içerisindeki besin maddelerini endeks alan bonitet tayini metodları :

Bu metodlar, ağaç yaprakları içerisindeki besin maddeleri konsantrasyonu ile ağaçların yetiştiği yerin boniteti arasında mevcut karşılıklı ilişkiye dayanmaktadır. Bu ilişki, Tropikal Ormanlarda 1958 yılında Anon ve Leyton, 1960'da Chapman tarafından; Avrupa'da Bavyera Ormanlarında (Sarı Çam ve Lâdin türlerinde), 1959 yılında Wehrmann, 1960 da Strebel tarafından, Kanada'da 1962 yılında Lâdinlerde (*Picea glauca*) Swan tarafından yapılan araştırmalara dayanılarak tesbit edilmiştir (Rennie, 21, S. 331). Bu araştırmalarda yapraklardaki **Azot** ve **Fosfor** konsantrasyonları esas alınmıştır.

Bu metodların uygulanmasına örnek olmak üzere Kanada'da J. D. Gagnon tarafından yapılan bir araştırmanın burada verilmesi uygun görülmüştür (1964, 15).

Gagnon, 1961 yılı Eylül ayında Quebec Laurentide Orman Parkındaki 12 muhtelif yetişme muhitinden 122 adet olgun çağda ve üst tabakada bulunan Lâdin gövdesini (*Picea Mariana* Mill.) keserek araştırmasına esas almıştır. Her ağacın tepesinin ucundan itibaren 60 cm (2 ayak) lik kısmı ile tepenin dibinden itibaren 60 cm'lik kısmındaki iğne yaprakları, dallardan sıyrılarak toplanmıştır. Ayrıca Ağaçların boyları ve yaşları tayin olunmuştur.

Kurutulan iğne yapraklar, Willy değirmeninde öğütülmüş ve bunların azot miktarı, Kjledahl Analiz Metodu kullanılmak suretile bulunmuştur.

Bonitet endeksi olarak meşcerenin 50 yaşındaki üstboy kullanılmış ve bu değişkenin fonksiyonu halinde iğne yapraklıların azot miktarı araştırılmıştır. Dört ayrı yetişme muhiti tipi için, tepenin üst ve alt düzeyindeki azot konsantrasyonu ile yetişme muhiti endeksi arasında mevcut ilişkiye ait varılan sonuçlar, Tablo No. 3'de verilmiştir.

Tablo No. 3

Muhtelif Yetiştirme muhitlerinde üst ve alt tepe düzeyindeki azot konsantrasyonu ile yetiştirme muhiti arasındaki karşılıklı ilişki
(Gagnon S. 170)

Yetiştirme muhiti tipi	Deneme ağaç sayısı	Tekerrür sayısı	Ortalama yetiştirme muhiti endeksi	Azot konsantrasyonu (kuru ağırlığın yüzdesi olarak)	
				Tepenin üst düzeyinde	Tepenin alt düzeyinde
Sph — Carex	32	3	12,6	1,04 ± 0,02	0,95 ± 0,02
Sph — Rubus	30	3	17,0	1,12 ± 0,04	1,00 ± 0,02
Sph — Cornus	30	3	24,9	1,23 ± 0,01	1,12 ± 0,02
Hypnum	30	3	33,0	1,29 ± 0,02	1,17 ± 0,02
T o p l a m :	122				

Bu tablonun incelenmesinden anlaşılacağı üzere, yetiştirme muhiti endeksi ile tepenin alt ve üst düzeyindeki azot konsantrasyonu arasında sıkı bir ilişki mevcut bulunmaktadır.

İstatistik analiz ve hesaplara dayanılarak, yetiştirme muhiti endeksi ile her iki tepe düzeyindeki azot konsantrasyonu arasında mevcut ilişkiye ait aşağıdaki logaritmik denklemler bulunmuştur :

Tepenin üst düzeyine ait denklem,

$$\text{Log. \% N} = 0,208 \cdot \text{log yetiştirme muhiti endeksi} - 0,210 \quad (11)$$

Tepenin alt düzeyine ait denklem,

$$\text{Log. \% N} = 0,218 \cdot \text{log yetiştirme muhiti endeksi} - 0,267 \quad (12)$$

Tepenin üst ve alt düzeyine ait denklemler bir birine benzemekte, bu denklemler grafik olarak ifade edildiği zaman, tepenin üst düzeyine ait azot konsantrasyonu doğrusu üsten ve alta ait olanı da biraz daha aşağıdan gitmekte ve bir birlerine paralel bir seyir göstermektedir. Bunlar arasındaki ilişki de aşağıdaki denklemde verilmiştir :

$$\text{Tepenin üst düzeyindeki \% N} = \text{tepenin alt düzeyindeki \% N} + \% 11 \quad (13)$$

Bu formüllerde N = azot konsantrasyonunu ifade etmektedir.

Yapraklardaki besin maddelerine dayanan bonitet tayini metodlarının kritiği :

1 — Ağaçları kesip devirmeden yapraklarını istenilen tepe düzeylerinden toplamak zordur. Ayrıca yaprakların laboratuvarında ince metodlarla analizlerinin yapılması gerekmektedir.

2 — Bu metodun uygulanabilmesi için de, meşcere karakteristiklerine dayanan bir bonitet endeksi ile kombine edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple tek başına kullanılması yeterli değildir.

3 — Ağacın büyüyüp gelişmesi ve üretim gücü, sadece yapraktaki besin maddesi ile ilgili değil, matematik olarak ifadesi güç olan diğer birçok faktörlerle ilgilidir.

IV. Sadece Muhtelifyaşlı Ormanlarda ve Özellikle Seçme Ormanında Kullanılmağa Elverişli Bonitet Tayini Metodları :

Muhtelifyaşlı koru ormanlarında ve bunun tipik temsilcisi seçme ormanında kullanmağa elverişli bonitet tayini metodlarını ortaya koyabilmek için, bu orman formunun önemli özelliklerine ve bununla ilgili terimlere burada deyinmek uygun olacaktır.

Bir seçme ormanı kuruluşu, önce **Göknar** gibi gölgeye dayanıklı ağaç türlerinin mevcudiyetini şart koşar. Bu ağaç türüne **Lâdin** ve **Kayın** gibi yarı gölge ağaçları ile **Çam** gibi ışık ağacı türleri de belirli bir oranla karışabilir. Bu takdirde bu ağaç türleri, ışığa olan ihtiyaçlarına göre, üst tabakada ışık, ara tabakada yarı gölge ve alt tabakada Göknar türleri yer alırlar. Ancak yapılan özel silvikültür müdahaleleri ile gereken ışığı vermek suretile Göknarın da üst tabakaya geçmesi sağlanır.

Böyle bir kuruluşun gereği olarak, seçme ormanının düşey profili kapalı olup, kaideten belirli bir saha ünitesinde, çeşitli yaş ve çaplardaki gövdeler bulunur. Toprak üstündeki bu kuruluşun bir benzeri de, toprak altındaki köklerin enine ve derinliğine dağılışı ve yayılışında görülür. Aynıyaşlı sahalar çok küçülmüş, ufak gruplara veya tek ağaca kadar inmiştir. Bu sebeple bu ormanlarda meşcere yaşından değil, tek ağaç yaşından söz konusu edilir.

Bilindiği üzere, bir seçme ormanında **tek ağaç**, ancak belirli bir yaşa ve çapa ulaştıktan ve üzerindeki siperin baskısından kurtulduktan, böylece tam ışığa kavuştuktan sonra, tam bir boy ve çap gelişmesi gösterir. İşte bu andan itibaren bu ağaç, büyüyüp geliştiği yetiştirme muhitiinin üretim gücünü ve bonitetini yansıtır, dolayısıyla bu ağacın boy, çap ve hacim gelişmesi bonitet endeksi olabilir.

O halde, seçme ormanı içersinde gelişen bir ağacın iki devresi mevcuttur :

1 — Siperin baskısı altında ağacın geçirdiği **zaman** ve **periyot**, böylece bu devrede kazandığı **boy**, **çap** ve **hacim**. Bu periyodun ve bu periyotta meydana gelen gelişme ve büyümenin bonitet tayininde fazlaca önemi yoktur.

2 — Ağacın üst tabakanın siperinden kurtularak serbes olarak büyümeye başladığından itibaren olgunluk çağına gelinceye kadar geçirdiği **zaman** ve **periyot**. Buna Almanca **Büyüme Yaşı** veya **Büyüme Periyodu** (Wachstumsalter) ve İngilizce **Serbest Büyüme Periyodu** (Free growing period) adı verilmektedir ki, işte bu devrede tek ağaçta meydana gelen **boy**, **çap** ve **hacim büyümesi**, yetişme muhitinin üretim gücünü ve bonitetini yansıtır ve bu sebeple de bonitet tayini için önemli olur.

Büyüme yaşı veya serbest büyüme periyodu zarfında meydana gelen, boy, çap ve hacim miktarlarına dayanmak suretile, seçme ormanlarında kullanmağa elverişli aşağıdaki metodlar geliştirilmiştir :

- 1 — Flury'nin Sınıf Ortası Boyuna Dayanan Metod,
- 2 — Mitscherlich'in Çap Artımı Metodu,
- 3 — Assmann ve Sommer'in Boy - Göğüs Hizası Yaşı Metodu,
- 4 — Hoar ve Young'in Hacim (artımı) Metodu.

A — Flury'nin Sınıf Ortası Boyuna Dayanan Metod :

Flury, İsviçre'deki Gökmar - Lâdin seçme ormanlarının en yüksek orta ve en düşük bonitetlerinden deneme sahaları almış, tek ağaçlarda boy ve çap ölçmeleri yapmış ve bunları sınıflandırmıştır (1 ve 14). Araştırma sonuçları göstermiştir ki, 8 - 14 cm ve 16 - 24 cm çap sınıflarına giren gövdeler, en düşük ile en yüksek bonitetler arasındaki yetişme muhitlerinde **hemen aynı boy gelişmesine** sahiptirler ve bundan dolayı da bu çaptaki gövdeler yaşadıkları muhitin bonitetini ifade etmemektedirler. Buna karşılık 38 - 50 cm ve 52 - 70 cm çap sınıflarındaki gövdelerin **boy gelişmelerinde**, bonitetten dolayı önemli farklar tesbit olunmuştur.

Bu sonuca dayanarak Flury, 8 - 14 ve 16 - 25 cm arasındaki çap sınıflarına giren gövdelerin siper baskısı altında bulunmaları ve tam ışıktan faydalanamamaları, yaşadıkları muhitin bonitetini boy gelişmelerinde aksettirmemeleri sebebiyle, bu çap sınıflarını hariç tutarak, geriye kalan 38 - 50 cm arasındaki çap sınıfının orta çapı olan **44,5 cm'nin tekabül ettiği boyu** (sınıf ortası boyu) ve 52 - 70 cm arasındaki çap sınıfının orta

çapını veren **61,5 cm'nin tekabül ettiği boyu** esas almak suretile, Gök nar ve Lâdin türleri için **Tablo No. 4'**de verilen Bonitet Sınıfları Tablosunu vücutte getirmiştir (Flury 14, 1929).

Flury yaşı da önemini dikkate alarak, sözkonusu çap sınıfının büyüme yaşı (serbest büyüme periyodunu) Haliswald ve Toppwald denilen iki ormanda araştırmış ve Gök nar ve Lâdin için aşağıdaki büyüme yaşlarını veya başka bir deyimle serbest büyüme periyotlarını tesbit etmiştir :

Çap sınıfı	Haliswald		Toppwald	
	38-50 cm	52-70 cm	38-50 cm	52-70 cm
Gök nar	101 yıl	122 yıl	162 yıl	190 yıl
Lâdin	122 yıl	140 yıl	168 yıl	200 yıl

Tablo No. 4

Flury'nin Çap sınıfı ortası boyuna dayanan bonitet sınıfları tablosu

Bonitet Sınıfları	38-50 cm arasındaki çap sınıfı sınıf ortası çapı = 44,5 cm					52-70 cm arasındaki çap sınıfı Sınıf ortası çap = 61,5 cm				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Sınıf ortası Boylar (m)										
a-Gök nar	36	32	28	24	20	40	36	32	28	24
b-Lâdin	38	34	30	26	22	42	38	34	30	26

Flury büyüme yaşı altında (Wachstumsalter), siper ve baskı altında geçen ve gövdenin merkezindeki dar yıllık halkaların tekabül ettiği zaman hariç tutulursa, geri kalan yaşı anlamaktadır. Flury'e göre siper altında geçen zaman veya siper zamanı (Überschirmungszeit), 80 - 100 yıl arasındadır. İşte Flury, bu zamanı bonitet tayini için önemli olmıyan bir zaman olarak nitelemektedir. Assmann, siper altında geçen bu zamana tekabül eden dar yıllık halka sınırlarının bâriz şekilde belli olmaması halinde, büyüme yaşının kullanılmasının uygun olduğu, aksi halde göğüs hizasındaki ve 5 m veya 10 m yüksekliğindeki enine kesit yaşının (Querschnittsalter = enine kesit üzerinde sayılan halkaların yaşı) kullanılmasını lüzumlu görmektedir.

B — Mitscherlich'in Çap Artımı Metodu :

1949'da Prodan'ın seçme ormanlarında yaptığı araştırmalarda, kalın çap sınıflarındaki gövdelerin çap artımı ile bonitet arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğunu tesbit etmesi üzerine, Mitscherlich de bu araştırmaya dayanarak, seçme ormanı içersinde 50 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin yıllık çap artımının bir bonitet endeksi olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur (18). 50 cm göğüs çapından kalın olan gövdeler üst si-perin baskısı altında değildir. Ancak üst tabakadaki bu kalın çaplı ağaçların sıklığına veya seyrekliğine göre, az veya çok yan baskısının etkisi altındadır ki, Mitscherlich, bu faktörün de etkisini dikkate alarak, hektardaki 5'er kademelik ağaç sayılarına göre, Gönar ve Lâdin için yıllık çap artımına dayanan **Tablo No. 5**'de verilen Bonitet Sınıfları Tablosunu vücutte getirmiştir.

Tablo No. 5

Göknar + Lâdin seçme ormanları için Mitscherlich'in 50 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin çap artımına dayanan Bonitet Sınıfları Tablosu

Hektardaki ağaç sayısı Göknar + Lâ- din	Göknar için Bonitet sınıfları					Lâdin için Bonitet sınıfları				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	mm olarak çap artımı									
5	10,9	9,7	8,4	7,1	5,9	7,4	6,5	5,7	4,8	4,0
10	10,3	9,1	7,9	6,7	5,5	7,0	6,2	5,4	4,6	3,8
15	9,7	8,5	7,4	6,3	5,2	6,7	5,9	5,2	4,4	3,6
20	9,1	8,0	7,0	6,0	4,9	6,5	5,7	5,0	4,2	3,5
25	8,5	7,5	6,6	5,6	4,6	6,3	5,5	4,8	4,1	3,4
30	7,9	7,0	6,1	5,2	4,3	6,1	5,4	4,7	4,0	3,3
35	7,4	6,5	5,7	4,8	4,0	6,0	5,3	4,6	3,9	3,2
40	6,9	6,1	5,3	4,5	3,7	5,9	5,2	4,5	3,8	3,1
45	6,5	5,7	5,0	4,2	3,5	5,8	5,1	4,4	3,8	3,1
50	6,1	5,4	4,7	4,0	3,3	5,7	5,1	4,4	3,7	3,1
55	5,8	5,1	4,5	3,8	3,1	5,6	4,9	4,3	3,7	3,0
60	5,6	4,9	4,3	3,7	3,0	5,6	4,9	4,3	3,7	3,0
65	5,4	4,8	4,2	3,6	2,9	5,5	4,8	4,2	3,6	2,9
70	5,3	4,7	4,1	3,5	2,9	5,4	4,8	4,2	3,6	2,9
75	5,3	4,7	4,1	3,5	2,9	5,3	4,7	4,1	3,5	2,9
80	5,2	4,6	4,0	3,4	2,8	5,3	4,7	4,1	3,5	2,9

Bu tablodaki yıllık çap artımları, Almanya'nın Baden - Württemberg Eyâleti dahilinde Kara Ormanlar içersindeki seçme kuruluşundaki deneme sahalarında 5 yıllık periyodun başında ve sonunda yapılan envanter farklarına göre hesaplanmıştır. Bu sebeple 5 yıllık periyot zarfında husule gelen meteorolojik olayların ortalamasına tekabül eden yıllık çap artımı değerlerini vermektedir. Şüphesiz, bu kısa periyot meteorolojik olayların yıllık farklarının etkisini tamamen bertaraf etmek için kısadır. Daha uzun periyotların ortalamalarına göre, yıllık çap artımlarının değiştirilerek düzeltilmesi gerekmektedir.

50 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin periyodik olarak yapılan envanter farklarına dayanılarak yıllık çap artımları tayin edilebildiği gibi, artım burguları vasıtasile alınacak 10 yıllık veya daha fazla yıllık halka sayılarına istinat edilerek de aynı metodu kullanmak ve buna göre çap artımına dayanan bonitet tablosu vücutte getirmek mümkündür.

C — Assmann ve Sommer'in Boy - Göğüs Hizası Yaşı Metodu :

Assmann (1961), seçme ormanları içersinde gelişen gövdelerin tüm gerçek yaşlarının, aynı bir çap sınıfında çok büyük farklar gösterdiğini düşünerek, gerçek yaş yerine (ağacın dip kütüğünde sayılan yaş), göğüs hizası yaşının (göğüs hizasında sayılan yaş) veya gövdenin 8 - 10 m yüksekliğindeki kesitte sayılan yaşın kullanılmasını tavsiye etmiştir (1, S. 440).

1962 yılında Sommer, Bavyera'nın birçok seçme ormanı meşcerelerinde **Boy - Büyüme Yaşı** ilişkisini araştırmış ve standard sapmayı $\% \pm 9,1$ — $\% \pm 10,5$ arasında hesaplamıştır (23). Büyüme yaşı da bir çeşit göğüs hizası yaşıdır. Şu farkla ki, göğüs hizası yaşından, enine kesitin ortasında mevcut 14 cm çapındaki dar yıllık halkaları ihtiva eden kısımdaki yaş çıkarılmış olsun. Bu kısmın çıkarılması ile baskı altında geçen ve ağaçtan ağaca son derece değişen zamanın etkisi ortadan kaldırılmış olmaktadır.

Panagiotidis, Yunanistan'ın Phurna ve Vytina mıntakalarında yayılan, *Abies alba* Mill., *Abies cephalonica* ve *Abies Borsii regis* Mattf. türlerinden müteşekkil Göknaar Seçme Ormanlarında bu bonitet tayini metodunu uygulamıştır (19). Bu maksatla değişik yetiştirme muhitlerinden alınan 3367 gövdede **Göğüs Hizası Yaşını** tayin etmiştir ki, bunlardan 2578'i artım burgusu nümunelerine ve 789'u gövde analizlerine dayanmaktadır. Sağlanan donelerin incelenmesinden anlaşılmıştır ki, dar yıllık halkalara sahip öz kısmı, bütün gövdelerin sadece $\% 22,6$ 'sında mevcuttur. Buna dayanarak Panagiotidis, göğüs hizasında sayılan halkalara gö-

re bulunan **Göğüs Hizası Yaşının** bu maksatla kullanılabilceği sonucuna varmıştır.

Aynı araştırmacı, rölatif olarak A İyi, B Orta ve C Fena olmak üzere üç yetiştirme muhiti grubu ayırmış, bundan başka 6 - 14, 14 - 30, 30 - 50 ve 50 cm'den yukarı olmak üzere dört çap sınıfı teşkil etmiş, her yetiştirme muhiti grubunda ve çap sınıfında **Göğüs Hizası Yaşı - Boy İlişkisini** ortaya koymak için, sağlanan doneleri bu grup ve sınıflara dağıtmıştır. 6-14 ve 14 - 30 cm arasındaki ince çap sınıflarının **Göğüs Hizası Yaşı - Boy İlişkilerinde**, bonitetten doğan önemli farklar tesbit olunmamıştır. Bu sonuç, Flury ve diğer araştırmacıların verdiği sonuçlara tamamen uymaktadır. Buna karşılık 30 cm'nin üstündeki gövdelerin **Göğüs Hizası Yaşı - Boy İlişkilerinde** önemli farklar görülmüş ve bonitet farkları tamamen ortaya çıkmıştır.

30 cm çapın üstündeki gövdelerin göğüs hizası yaşı içersindeki yıllık halkaların etkisini araştırmak üzere Panagiotidis, 1079 doneye dayanarak herbir bonitet grubu için **Göğüs Hizası Yaşı - Boy İlişkisini** gösteren eğrileri çizmiş, Linder'in verdiği esasa göre bunların varyans analizlerini yapmıştır. Bu istatistik analizlerin sonuçları, **Tablo No. 6**'da verilmiştir.

Tablo No. 6

Yunanistan'daki Göknar Seçme Ormanlarında Panagiotidis tarafından yapılan Göğüs Hizası Yaş — Boy ilişkilerine ait Varyans Analizi sonuçları

(Panagiotidis, 19 S.23)

Yetiştirme muhiti grupları	Numune sayısı	Ortalama Boy \bar{x} m	Variyan S^2	$S^2 \bar{x} = \frac{S^2}{N}$	Varyasyon katsayısı %	U	P=%1'e göre tablo değeri
A	492	21,144	10,870672	0,022095	15,59	7,665	2,576
B	386	19,473	9,807064	0,025407	16,08		
C	201	15,373	5,785300	0,028783	15,68		
Toplam	1079						

Bu tabloya göre, varyasyon katsayısı, A yetiştirme muhitinde % 15, 59, B'de % 16,08 ve C'de % 15,68 gibi bir birine çok yakın değerlerdir. Meşcereler aynı yetiştirme muhitlerine aynı gelişmeyi gösterirler. Ancak or-

mançılıkta yüzde yüz homojen yetiştirme muhitlerinin ayrılmasının imkânsızlığı karşısında, Magin, yetiştirme muhitinin homojenliği hakkında bir ölçü vermekte, eğrilerin tesviyesinde varyasyon katsayısının % 7'ye kadar olması halinde yetiştirme muhitinin homojen sayılması ve fakat çok engebeli mıntakalarda bu yüzdenin daha yüksek tutulmasının uygun olacağı sonucuna varmaktadır.

Yunanistan'daki Gökmar Seçme Ormanlarının dağlık mıntakalarda bulunduğu ve böylece homojenite ölçüsü olarak daha yüksek varyasyon katsayılarının kabul edilebileceği ilkesine dayanarak Panagiotidis, % 15 civarında olan varyasyonu gösteren yetiştirme muhitlerinin de homojen sayılabileceğini, böylece 30 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin göğüs hizası yaşı ve boyuna dayanan aşağıdaki fonksiyonun bonitet tayininde kullanılabileceği sonucuna varmaktadır :

$$h = f (\text{Göğüs Hizası Yaşı}) \quad (14)$$

Bu metodu uygulamak için, seçme ormanlarının yayıldığı muhtelif bonitetlerdeki yetiştirme muhitlerinde, 30 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerde **Göğüs Hizası Yaşı** ile **Boyun** tesbit edilmesi, buna dayanılarak muhtelif bonitet sınıfları için **Göğüs Hizası Yaşı - Boy Eğrilerinin** çizilmesi ve buna istinaden de bonitet tablolarının yapılması gereklidir. Bu sisteme göre geniş veya dar bir mıntakadaki seçme ormanları için böyle bonitet grafik ve tabloları düzenlendikten sonra, herhangi bir seçme ormanı meşceresinin bonitet sınıfını tayin etmek için, bu meşcere içersinden 30 - 40 kadar 30 cm çapının üstündeki gövdelerde **Göğüs Hizası Yaşı** ve **Boy** tayin edilerek buna göre bir grafik çizilir. Bu grafik, bonitet sınıfı tablosu veya grafiğindeki eğrilerle karşılaştırılarak, sözkonusu meşcerenin bonitet sınıfı belli edilmiş olur.

D — Hoar ve Young'ın Hacim Artımı Metodu :

Hoar ve Young, Amerika'nın Maine Eyâletindeki gölgeye dayanıklı ağaç türlerinden müteşekkil ormanlarda farklı üretim ve hasilât gücüne sahip yetiştirme muhitlerinin ayrılması için, bu ormanların bünyesine uygun bir bonitet tayini metodunun geliştirilmesini düşünmüşlerdir (16).

Bu araştırmacılar, *Picea rubra* ve *Picea glauca* türlerinden müteşekkil ve gölgeye dayanıklı ormanlarda yapılan kesim esnasında, birçok gövdelerin gerek dip kütüğündeki ve gerekse göğüs hizasındaki yıllık halkaları saymışlar ve görmüşlerdir ki, hemen bütün gövdeler, takriben 10 cm göğüs çapı (4 inç) elde edinceye kadar uzun yıllar baskı altında kalmakta ve fakat bu çapı elde ettikten sonra, siperin baskısından yavaş yavaş

kurtularak yeterli ışığa kavuşmakta, köklerini ve tepelerini geliştirerek, hızlı bir büyüme göstermektedirler. Gövde analizleri ile de tesbit olunmuştur ki, gövde 10 cm göğüs çapına ulaştığı zaman bunun boyu da takriben 13,5 m (45 ayak) kadar olmaktadır. Bu çapı ve boyu elde edinceye kadar gövdenin siper altında geçirdiği periyot, gövdeden gövdeye çok büyük farklar göstermektedir.

Hoar ve Young'e göre serbest büyüme periyodu (The free growing period) orman içersinde bir gövdenin 10 cm göğüs çapına (4 inç) eriştiği andan itibaren, gövde analizi için kesilinceye kadar geçen yılların toplamına denir.

Serbest büyüme periyodu zarfında husule gelen tüm hacma da, **hacım artımı** (Volume growth) denilmektedir. Bu miktar herbir gövdede şöyle hesaplanmaktadır:

Serbest büyüme periyodunun başında gövdenin göğüs çapı 10 cm' dir. Bu andan itibaren serbest büyüme periyodu başlamakta ve gövde analiz yapılmak maksadile kesilen zamana kadar ağaç büyüyerek kalınlaşmakta ve hacımlanmaktadır. İstenilen çapa erişen gövdeler, kesilerek gövde analizine tâbi tutulmaktadır. Bu analiz esnasında gövdenin göğüs hizası kesitinin merkezindeki 10 cm'lik kısmı işaretlenmekte ve bu kısmın dip çapı da bulunarak, kâğıt odunu dimenziyonunu ifade eden bu kısmın hacmi, Smalian Formülü ile hesaplanmaktadır. Ağacın kesildiği ana kadar meydana gelen tüm kerestelik hacmindan adı geçen kısmın hacmi çıkarılmak suretile, **serbest büyüme periyodu zarfında meydana gelen hacim** bulunmaktadır.

Araştırma sahası olarak Maine Eyâleti içersinde aşağıdaki ormanlar seçilmiştir :

- 1 — Maine Üniversite Ormanı,
- 2 — Penobscot Deneme Ormanı,
- 3 — Edinburg Township,
- 4 — Indian Township.

Herbir ormanda aşağıdaki yetişme muhitleri seçilmiştir:

1 — **Tozlu veya killi toprak** (Fines); deniz, göl veya alivüyal orijinli tozlu veya killi toprak, bataklık topraklarına nazaran daha fazla drenajlı.

2— **Sığ toprak** (Ledge); ana kaya üzerinde 60 cm'den daha az derinlikte toprağa malik sahalar, genellikle drenajı iyi.

Tablo No. 8

113 Adet Lâdin gövdelerinin alındığı yetiştirme muhitlerine
ve çap kademelerine dağılışı

(Hoar ve Young, S. 9)

Yetiştirme Muhiti	İnç olarak çap kademeleri									Toplamı
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1 — Tozlu Killi Toprak	1	3	2	4	2	3	3	3	1	22
2 — Sığ Toprak	2	3	4	4	3	3	3	3		25
3 — Buzul Depo- ları			4	7	5	9	4	3		32
4 — Bataklık		2		3	2	2	2	3	1	15
5 — Turba	1	3	3	4	2	2	2	2		19
Toplamı										113

Analizleri yapılmak üzere, herbir deneme ağacı dipten kesilmiş ve seksiyonlara ayrılarak (8 inç uzunluğunda) aşağıdaki tesbitler yapılmıştır :

1 — Dip kütükte, göğüs hizasında ve seksiyonlarda kabuklu ve kabuksuz çaplar ölçülmüş, göğüs hizasında 10 cm'lik kısma kadar olan (dıştan itibaren) çap da ayrıca tesbit olunmuştur.

2 — Dip kütükte, göğüs hizasında ve keresteliğin üst kısmında ki yıllık halkalar sayılmıştır.

3 — Ağacın tüm boyu, kerestelik kısma kadar olan boyu, dipten tepenin başladığı yere kadar olan boyu ölçülmüştür. Ayrıca tepenin uzunluğu, tepenin dip çapı ve uca kadar olan muhtelif noktadaki çapları da tesbit olunmuştur.

Regresyon analizleri için, serbest büyüme periyodunun fonksiyonu halinde, periyot zarfında meydana gelen hacim artımını gösteren aşağıdaki tabii logaritmik denklemler kullanılmıştır :

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 \quad (15)$$

Burada Y = serbest büyüme periyodu zarfında meydana gelen hacim artımı, b_0 = denklemin konstantı, X_1 = serbest büyüme periyodunun yılları, b_1 = serbest büyüme periyodunun katsayısıdır.

Bu denklem, gövdenin 10 cm (4 inç) göğüs çapına ve 13,5 m boya (4,5 ayak) ulaşınca kadar geçen yılların sayısının ağırlığına göre değiştirilirse, aşağıdaki şekli alır :

$$\frac{Y}{X_{10}} = b_0 \cdot \frac{1}{X_{10}} + b_1 \cdot \frac{X_1}{X_{10}} \quad (16)$$

Burada $\frac{1}{X_{10}}$ = gövdenin 10 cm göğüs çapını elde edinceye kadar geçen yılların sayısına ait ağırlık değerini göstermektedir.

Deneme ağaçlarından sağlanan donelerle (15) ve (16) numaralı denklemler kullanılmak ve gerekli hesap işlemleri Maine Üniversitesindeki IBM 1620 hesap makinası ile yapılmak suretile, muhtelif toprak kategorileri için aşağıdaki tabii logaritmik denklemler bulunmuştur (16, S. 9) :

Toprak tipi	Denklemler	Korelasyon Endeksi (r^2)
1 — Tozlu veya killi toprak	$\log Y = -1,84815 + 1,22941 \cdot \log X_1$	0,740 (17)
2 — Sığ Toprak	$\log Y = -1,79181 + 1,06084 \cdot \log X_1$	0,813 (18)
3 — Buzul Depoları	$\log Y = -1,06098 + 0,96675 \cdot \log X_1$	0,724 (19)
4 — Bataklık	$\log Y = -0,17817 + 0,66093 \cdot \log X_1$	0,349 (20)
5 — Turba	$\log Y = -3,12354 + 1,39343 \cdot \log X_1$	0,773 (21)

Bu denklemlerden 17, 18, 19 ve 21 numaralı denklemlerde önem derecesi (Significant) 0,01 ve 20 numaralı denklemde 0,05 alınmıştır.

Bu denklemlerden açıkça görülmektedir ki, bataklık yetişme muhiti hariç tutulursa, diğer yetişme muhitlerinde **serbest büyüme periyodu ile bu periyot zarfında meydana gelen hacim artımı arasında sıkı bir ilişki** mevcut bulunmaktadır. Bu sonuçlar, 15 numaralı denklemin çözülmesiyle elde edilmiştir.

Gövdenin 10 cm göğüs çapını elde edinceye kadar geçen zamanın ağırlığını da dikkate alan 16 numaralı denklem kullanıldığı takdirde, muhtelif yetişme muhitlerinde aşağıdaki denklemler bulunmuştur (16, S. 11) :

Toprak tipi	Denklemler	Korelasyon Endeksi (r ²)
1 — Tozlu veya killi toprak	$Y = -0,18762 + 0,36481 \cdot X_1$	0,909 (22)
2 — Sığ toprak	$Y = 1,36620 + 0,21183 \cdot X_1$	0,935 (23)
3 — Buzul Depoları	$Y = 1,30450 + 0,27706 \cdot X_1$	0,953 (24)
4 — Bataklık	$Y = 3,29160 + 0,13630 \cdot X_1$	0,630 (25)
5 — Turba	$Y = -7,18370 + 0,37746 \cdot X_1$	0,923 (26)

Bu denklemlerin hepsinde önem derecesi 0,01 alınmıştır.

22-26 numaraları arasındaki denklemlerin incelenmesinden anlaşılmaktadır ki, gövdenin 10 cm göğüs çapına ulaşıncaya kadar geçen yılların ağırlığını dikkate alan denklemlerin kullanılması halinde, **serbest büyüme periyodu ile bu periyotda meydana gelen hacim artımı arasındaki ilişki daha fazla güçlenmekte** ve hattâ bataklık yetişme muhitinde bile bu ilişki, 0,349'dan 0,630'a yükselmektedir. Bu sebeple 16 numaralı denklem, maksada daha elverişli olmaktadır.

E — Bu çeşitli metodların amenajmanın maksadına uygunluk derecesi :

Flury'nin Metodu, seçme ormanı meşcereleri içersindeki gövdelerin siper baskısından kurtularak tam ışığa kavuşmasından ve böylece tam bir boy gelişmesi göstererek belirli bir göğüs çapına ulaştıktan sonraki (38 cm göğüs çapının üstündeki) çap sınıflarının orta boyuna dayanmaktadır. **Göğüs çapı** ve **boy**, yaşa nazaran çok daha kolay ve nisbeten doğrulukla ölçülebilen unsurlardır. Bundan ötürü, amenajmanın pratiği için uygun ve elverişlidir.

Ancak Assmann, Flury'nin Metodunun yaşa dayanmadığını, bu sebeple de aynıyaşlı ormanların bonitet sınıfları ile kıyaslamalar yapmanın güçleşeceğini ileri sürmektedir. Fakat Flury, düzenlediği bonitet sınıfları için, sonradan **serbest büyüme yaşını** hesaplanmış ve bu yetersizliğin telâfisi yoluna gitmiştir.

Mitscherlich'in Metodu, seçme ormanı içersindeki 50 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin yıllık çap artımına dayanmakta, ayrıca bu çapın üstündeki gövdelerin tepelerinin yan baskısının etkisine ölçü olarak hektardaki ağaç sayılarını esas almakta, böylece **yıllık çap artımı** ve **hektardaki ağaç sayısı** değişkenlerinin fonksiyonu halinde **bonitet sınıflarını** düzenlemektedir. Bu metoda göre bir yetişme muhitine ait bonitetin

doğru ve isabetli olarak tayin edilebilmesi için, amenajmanın pratiğinde, münferit gövdelerdeki yıllık çap artımının ve hektardaki ağaç sayısının sıhhatli bir şekilde hesaplanması gereklidir. Aksi takdirde, sun'i olarak bonitetin olduğundan daha yüksek veya daha düşük tayin edilmesi sakıncası mevcuttur. Bu maksatla yıllık çap artımının daha uzun periyotların ortalaması halinde bulunması, artım burgusu kullanıldığı takdirde göğüs hizasının muhtelif yönlerinden nümunelerin alınması ve bunların ortalanmasına dayanılması zorunludur. Bu koşulların gerçekleştiği yerlerde, bu metod da amenajmanın pratiğinde kullanmağa elverişlidir.

Assmann ve Sommer'in Metodu, Göğüs hizasındaki yaştan, baskı altında geçen zaman çıkarıldıktan sonra, geriye kalan ve serbest büyüme yaşına tekabül eden yaş ile boy arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Panagiotidis, bu metodun bir varyantını uygulamıştır ki, o da, seçme ormanı meşcereleri içersinde 30 cm göğüs çapının üstündeki gövdelerin **göğüs hizası yaşının bir fonksiyonu halinde ağaç boyuna** dayanan metodtur. Bu iki metodtan ikincisinde, göğüs hizasında sayılan yaştan baskı altında geçen zamanın bulunması ve çıkarılması gibi oldukça güç bir işleme ihtiyaç yoktur. Bu sebeple de daha pratiktir.

Ancak, dikili ağaçlarda artım burguları vasıtasile alınan nümuneler yardımı ile yaş tayini, çok defa sıhhatli sonuçlar vermemektedir. Bu maksat için her defasında yeteri kadar ağaç kesmek ve böylece sıhhatli olarak yaş tayini yapmak mümkün olamamaktadır.

Hoar ve Young'in Metodu, serbest büyüme periyodunun fonksiyonu halinde, bu periyot zarfında meydana gelen hacıma dayanmaktadır. Serbest büyüme yaşına göre doğrudan doğruya hacmı vermesi bakımından diğer metodlardan daha iyidir. Ancak, **serbest büyüme yaşı ile bu devrede meydana gelen hacmin** hesaplanabilmesi için, her yetiştirme muhitinden belirli sayıda gövdelerin kesilerek bunlar üzerinde gövde analizlerinin yapılması zorunluğudur. Bir amenajman plân ünitesi içersinde nisbeten küçük sahalar halinde mevcut yetiştirme muhitlerinin bu metodla bonitetlerinin tayini, zahmetli, fazla emek ve zaman harcanmasını gerektiricidir ve bu sebeple de çok defa rasyonel değildir. **Bu metod, ancak çok büyük mıntaka içersinde geniş sahalar kaplıyan yetiştirme muhitlerinin üretim gücünün tayininde elverişli olabilir.**

FAYDALANILAN ESERLER :

1. Assmann, E. 1961. Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft. München - Bonn - Wien. 490 Seiten.
2. Carbonier — Peterson — Person. 1961. An approach to determining the Potential Productivity of Forests in Scandinavia and Finland. IUFRO, 13. Kongress 25/3 - S/2.
3. Doolittle, W. T. 1957. Site Index of Scarlet and Black Oak in Relation to Southern Appalachian Soil and Topography. Reprinted from Forest Science Volume 3.
4. Eraslan, İ. 1953. Türkiyede Orman Amenajmanının bugünkü ve gelecekteki Problemleri. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Sayı 1 - 2, Say. 103 - 130.
5. » » 1954. Trakya ve bilhassa Demirköy Mintakası Meşe Ormanlarının Amenaman esasları hakkında Araştırmalar. Orman Genel Md. Yayını No. 132/13, 250 Sahife.
6. » » 1954. Demirköy İlçesi Meşe Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Sayı 1.
7. » » 1954. Modern Bonitet tayini Metodları ve Amenajman işlerimizde kullanılması imkânları. Orman Fak. Dergisi, Seri B, Sayı 2.
8. » » 1956. Türkiyede muhtelif yaşlı Ormanların Optimal Kuruluşları hakkında ilk Araştırmalar. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Sayı 2, Say. 159 - 202.
Die ersten Untersuchungen über den normalen Aufbau ungleichaltriger Wälder in der Türkei. Zeit. d. forstlichen Fakultät der Universität İstanbul. Serie A, Heft 2, S. 159 - 202.
9. » » 1956. Belgrad Ormanı Örnek Baltalığının Amenajman Esasları ve bu maksatla yapılan Araştırmalar. Orman Fa. Dergisi Seri B, Sayı 2, Sa. 35 - 54.
10. » » 1959. Anamorfik Bonitet Endeksi Eğrileri Metodu ile bulunan neticelerin tahkiki ve tashihi hakkında Araştırmalar. Orman Fa. Dergisi, Seri A, Sayı 2, Sa. 41 - 70.
A study on the check and adjustment of the results obtained by the Method of harmonized Site Index Curves. Revue of Forestry Faculty, Series A, No. 2, P. 41 - 70.
11. » » 1961. Türkiyedeki Ormanların Optimal Kuruluşları hakkında Araştırmalar.
Untersuchungen über den normalen Zustand der Wälder in der Türkei.
Orman Fa. Dergisi, Seri A, Sayı 2, Sa. 12 - 40.

12. » » 1963. Umumi ve Türkiye Orman Amenajmanı. Revizyonlu ve ilâveli İkinci Baskı. İ. Ü. Orman Fakültesi yayını No. 987-85. 445 Sahife.
Textbook of Forest Management with Special Reference to Turkey. Publication of Forestry Faculty of İstanbul University. No. 987/85. 445 pp.
Lehrbuch der allgemeinen und türkischen Forsteinrichtung. Veröffentlichung der forstlichen Fakultät der Universität İstanbul. Nu. 987/88, 445 Seiten. basılmamıştır).
13. » » 1964. Amenajman Kursu Notları (Amenajman Mühendisleri için,
14. Flury, Ph. 1929. Über den Aufbau der Plenterwälder. Mitt. d. Schw. Anstl. für das forstliche Versuchswesen. XV.
15. Gagnon, J. D. 1964. Relationship between Site Index and Foliage Nitrogen at two Crown Levels for Mature Black Spruce. Forest Research Branch Contribution Nr. 560, Canada.
16. Hoar and Young, 1965. Mensuration Methods for Site Classification of Shade Tolerant Tree Species. Technical Billitin 18, Maine Agricultural Experiment Station.
- 16a. Irmak, A. 1966. Orman Ekolojisi. İ. Ü. Or. Fa. Yayın No. 1187/109, 362 Sa.
17. Levakovic, A. 1938. Über die Aussichten und Möglichkeiten der numerischen Standortsbonitierung. Annales Proexperimentis Foresticis. Zagreb.
18. Mitscherlich, G. 1952. Der Tannen-Fichten-Buchen Plenterwald. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Heft 8.
19. Panagiotidis, N. D. 1965. Tannenplenterwälder in Griechenland. Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt.
20. Prodan, M. 1949. Normalisierung des Plenterwaldes. Schriftenreihe der Bd. Forstl. Versuchsanstalt. Heft 7.
21. Rennie, P. J. 1963. Methods of Assessing Forest Site Capacity. Forest Research Branch Contribution Nr. 543, Canada.
22. Spurr, H. S. 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Comp. New York 476 pp.
23. Sommer, H. G. 1962. Alter und Baumhöhen in Plenterwälder. Fw. Cblt.
24. Weck, J. 1948. Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Neumann Verlag 92 Seiten.
25. Weck, J. 1960. Klimaindex und forstliche Produktionpotential. Forstarchiv 31, Heft 7.
26. Weck, J. 1961. Überprüfung der Tauglichkeit eines Klimaindex zur Bestimmung forstlichen Produktionpotential. IUFRO, 13. Kongress, 25/3.
27. Wiedemann, E. 1951. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwissenschaft. 346 Seiten.