

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CILT
VOLUME
BAND
TOME

40

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1990

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



SÜRGÜN KÖKENLİ KAYIN ORMANLARINDA BONİTET ARAŞTIRMALARI

(Anamorfik Bonitet Gösterge Eğrilerinin Türetilmesi
Amacıyla Uygulanabilecek Yeni Bir Alternatif)

Doç. Dr. Ünal ASAN¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışma, Batı Karadeniz yöresindeki sürgün kökenli, Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarında verim gücü sınıflaması için kullanılacak bir bonitet tablosu düzenleme amacıyla ele alınmıştır. Yöredeki sürgün kökenli, eşityaşlı, tek katlı, saf ve normal sıklıktaki saf Kayın meşcereleri içinde seçilen 19 deneme alanında yapılan 55 gövde analizi, temelde anomorfik yöntemi esas alan yeni bir yaklaşım ile değerlendirilerek, yaş ve üst boyu bilinen sürgün kökenli Kayın meşcerelerinde bonitet sınıfı saptanmasına olanak verecek yeni bir tablo hazırlanmıştır.

0. GİRİŞ

Asli ağaç türlerinin en önemlileri arasında yer alan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), ülkemiz ormanları içinde kapladığı 614615 ha alan ile, genel orman potansiyelinin % 5.6'sını oluşturmaktadır (OGM, 1980, S. 13). Elde kesin rakam bulunmamasına karşın, mevcut Kayın ormanlarının yarıdan fazlasının sürgün kökenli olduğu bilinmektedir.

Ormanlık alanların verim gücü sınıfları, üzerinde yetişen her ağaç türü için farklılık göstermektedir. Herhangi bir ağaç türü için çok verimli olan bir yetişme ortamı, bir başka tür için verimsiz olabilmektedir.

Kayın ormanlarının verim gücü sınıflamasıyla ilgili çalışmaların ilki Kalıpsız (1962) tarafından yapılmıştır. Kayın ormanlarının genelde değişikyaşlı olduğuna dikkat eden yazar (1962, S. 19), çalışmalarında Flury yönteminden yararlanmış ve kalın çap sınıflarının göğüs yüzeyi orta

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı.

ağaçları için meşcere boy eğrisinden alınan boyları bonitet göstergesi olarak kullanmak suretiyle, üç sınıflı bir bonitet tablosu düzenlemiştir (KALIPSIZ, 1962, S. 28).

Tüm diğer ormanlarımız gibi, yurdumuz Kayın ormanları da 1955 yılına kadar seçme kesimleri ile işletilmiştir. Bir taraftan uygulanan seçme kesimleri, bir taraftan çevre halkın ormanlar üzerindeki aşırı ve usulsüz yararlanma etkisi, Kayın ormanlarının da kapalılığın kırılmasına ve kimi yerde çokkatlı ve değişikyaşlı meşcere kuruluşlarının, kimi yerde ise, sürgün kökenli, eşityaşlı ve tek katlı tabloların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak, mevcut kuruluşun uzun yıllar devam eden bilinçli ve sistemli silvikültürel işlemler sonucu ortaya çıkmaması nedeniyle, bu ormanların potansiyel verim güçlerinin tipik seçme ormanlarındaki boy gelişmesini esas alan Flury yöntemi ile belirlenmesinin, Kayın ormanlarımızın yapı ve bünyesi ile uyuşmayacağı kuşkusuzdur (ASAN, 1988, S. 107). Bu noktadan hareketle, her yaş sınıfında normal yapı ve kuruluşlu meşcereler elde edip bunlardan sağlanacak uzun süreli gözlem ve ölçme sonuçları alınana kadar, kayın ormanlarında verim gücü sınıflamasında kullanılacak en uygun kriterin, göğüs hizası yüksekliğinden itibaren başlayan boylanma eğrisinin standart yaştaki boy değeri olacağı kabul edilmiş ve buna göre ikinci bir bonitet tablosu, tarafımızdan düzenlenmiştir (ASAN, 1988, S. 118).

Düzenlenen bonitet tablosuna esas olan gövde analizlerini incelenmesi sırasında, aynı deneme alanları içinde, dış görünüm itibarıyla benzerlik gösteren ağaçlardan bazılarının sürgün kökenli olduğu gözlenmiştir. Bu deneme alanlarında yapurduğumuz ayrıntılı inceleme, tohum ve sürgün kökenli bireylerdeki boy gelişmesinin çok farklı bulunduğunu ortaya koymuştur (DEMİR, 1988).

Sürgün kökenli bireylerin genç yaşlarda tohum kökenlilerden daha hızlı büyüdüğü, ileri yaşlarda bu üstünlüğün, tohum kökenliler lehinde değiştiği esasen bilinmektedir (KALIPSIZ, 1982, S. 186-1987). Bu durum, tohum ve sürgün kökenli meşcerelerin hacim gelişimleriyle de doğrudan ilgilidir. Nitekim, meşcere boyu ve hacim arasındaki bu kuvvetli ilişki nedeniyle ki, genetik niteliklerinden ötürü boy gelişme eğilimleri farklılık gösteren ağaç türlerinin her birisi için ayrı bonitet tabloları düzenlenmektedir.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, tamamı tohum kökenli bireylerde yapılan gövde analizi verileri yardımıyla daha önce tarafımızdan düzenlenen Kayın bonitet tablosunun sürgün kökenli meşcerelerde uygulanması sakıncalı olacaktır. Bu durumda, mevcut Kayın ormanlarının önemli bir bölümünü oluşturan sürgün kökenli meşcereler için ayrı bir tablonun hazırlanması bilimsel zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Bilindiği gibi, bonitet tablolarının düzenlenmesi sırasında yetiştirme ortamlarının verim gücü farklılıklarını temsil eden bonitet eğrileri iki temel yaklaşıma göre türetilmektedir ki bunlar; anamorfik (Harmonize edilmiş eğriler) metod ve polimorfik metod olarak anılmaktadır.

Dayandıkları ilkeler açısından her iki metodun da avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Örneğin Bull (1931, S. 15), Spurr (1952, S. 137), Brickell (1968, S. 1) ve Akalp (1978, S. 227) az hata yapılmasını ve yetiştirme ortamları arasındaki gelişme farklılıklarını daha iyi yansıtmasını gerekçe göstererek, polimorfik metodu anamorfik metoda tercih etmektedirler.

Verim gücü değişik yetiştirme ortamlarında yetişen ağaçlarda yapılan gövde analizleri, yaş-boy gelişme eğilimlerinin yetiştirme ortamına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Salt bu nedenle, Kuzey Amerika'da son zamanlarda düzenlenen bonitet tablolarında polimorfik metodun tercih edildiği belirtilmektedir (DAVIS-JOHNSON, 1987, S. 79). Ancak, polimorfik metodun tek ağaçların gelişimine dayanması ve bütün meşcereleri temsil etmemesi, deneme ağacı olarak seçilen ağaçların sahip olduğu hakim durumda bulunma koşulunun meşcerede çok az sayıda eleman tarafından paylaşılan bir özellik olması, bu metodun sakıncası olarak ileri sürülmektedir (ERASLAN, 1982, S. 170; GÜNEL, 1981, S. 113).

Aynı ağaç türü için anamorfik ve polimorfik metodlar ile düzenlenen bonitet tablolarının karşılaştırılması ilginç sonuçlar ortaya koymaktadır. Doğu Ladini için Akalp tarafından yapılan böyle bir karşılaştırma, anamorfik metod ile türetilen gösterge eğrilerinin iyi bonitet sınıflarında bütün yaşlarda polimorfik metod ile türetilen eğrilerin üzerinde seyrettiğini, orta ve zayıf bonitetlerde ise, standart yaşa kadar üzerinde bu yaştan sonra altında kaldığını göstermektedir (AKALP, 1978, S. 224-227).

Benzer sonuç, Biging-Wansel (1984) ikilisinin yaptığı karşılaştırma ile de ortaya konmuştur. Araştırmacılar, Kaliforniya'nın karışık iğne yapraklı ormanları için 50 yıl standart yaşa ve polimorfik metoda göre elde ettikleri 40, 80 ve 110 fitlik gösterge eğrilerini, aynı türler için Dunning ve Reineke (1933) tarafından 100 yıl standart yaş ve anamorfik metod ile türetilen eğriler ile karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonunda, iyi ve orta boniteti temsilen seçtikleri 110 ve 80 fitlik gösterge eğrilerinden anamorfik eğrilerin genç ve ileri yaşlarda polimorfik eğrilerin üzerinde kaldığını, sadece orta yaşlarda her iki eğrinin paralel seyrettiğini, zayıf boniteti temsil eden 40 fitlik eğrilerde ise, anamorfik eğrinin orta yaşa kadar polimorfik eğrinin üzerinde ve fakat bu yaştan sonra altında kaldığını görmüşlerdir (BIGING-WANSEL, 1984).

Bilgisayarların ormancılık bilimine girmesiyle özellikle Kuzey Amerika'da düzenlenen bonitet tablolarında anamorfik ve polimorfik metodların bilinen uygulama biçimlerinden tamamen farklı metodların geliştirildiği gözlenmektedir. Genelde daha çok gövde analizi verilerinin kullanıldığı bu çalışmalarda gösterge eğrileri regresyon analiz tekniği ile türetilmektedir. Aynı temel yaklaşımdan hareket etmekle birlikte, araştırma sonucuna farklı yollar izlenerek ulaşılan bu çalışmalara Arvanitis-Lindquist-Palley (1964), Carmean (1972), Curtis et All (1974), Dahms (1975), Cochran (1979), Dalph (1983) ve Monserud (1984), tarafından yapılan araştırmaları örneklemek mümkündür.

Gövde analizi verileri kullanarak bonitet tablosu düzenleme amacıyla yeni önerilere, ülkemiz literatüründe de rastlanmaktadır. Günel (1981) ve Alemdağ (1985) tarafından yapılan bu önerilerin ilkinde anamorfik eğriler metodunun iyileştirilmesine yönelik matematiksel fonksiyonlar tanıtılırken, Alemdağ tarafından yapılan ikinci öneride somut tablo ve denklemlere de yer verilmektedir. Keza, tohum kökenli Kayın ormanları için tarafımızdan düzenlenen bonitet tablosunu da, benzer çalışmalar arasında saymak gerekmektedir (ASAN, 1988).

Ele alınan bu çalışmanın amacı, bir taraftan değişik yollar izlenerek sonuçlandırılan bonitet tablosu düzenleme tekniklerinin temel esaslarını açıkladıktan sonra, bu amaçla önereceğimiz yeni bir yaklaşımı tanıtarak, bir taraftan da sürgün kökenli kayın ormanları için yeni bir bonitet tablosu düzenleyerek, literatürümüzdeki bir boşluğu doldurmaktır.

1. MATERYAL VE METOD

1.1. Araştırma Materyalinin Toplanması

Bonitet tablosuna esas olan materyal, Batı Karadeniz Yöresi'ndeki Cide (3), İnebolu (4), Ayancık (4) ve Sinop (4) işletmelerine bağlı ormanlarda saptanan 19 deneme alanından sağlanmıştır¹⁾ (Harita No. 1). Adı geçen işletmelerde değişik bakı, yükselti ve eğim sınıflarında bulunan, sürgün kökenli, eşyaşlı, tek katlı, normal kapalı saf Kayın meşcereleri içinde yara beresi bulunmayan, çatal olmayan, tepe gelişimi normal olan 6 ağaçlık gruplar deneme alanı olarak seçilmiştir. Her deneme alanında önce bütün ağaçları göğüs hizası çapı ile, altıncı ağacın deneme alanı merkezine olan uzaklığı belirlenmiştir. Daha sonra bu ağaçların hakim ve yarı hakim durumda bu-

1) Materyal toplama yardım eden Ayancık, Sinop, Türkeli, İnebolu ve Cide Orman İşletme Müdürlükleri personeline teşekkür ederim.

ağaçları için meşcere boy eğrisinden alınan boyları bonitet göstergesi olarak kullanmak suretiyle, üç sınıflı bir bonitet tablosu düzenlemiştir (KALIPSIZ, 1962, S. 28).

Tüm diğer ormanlarımız gibi, yurdumuz Kayın ormanları da 1955 yılına kadar seçme kesimleri ile işletilmiştir. Bir taraftan uygulanan seçme kesimleri, bir taraftan çevre halkın ormanlar üzerindeki aşırı ve usulsüz yararlanma etkisi, Kayın ormanlarının da kapalılığın kırılmasına ve kimi yerde çokkatlı ve değişikyaşlı meşcere kuruluşlarının, kimi yerde ise, sürgün kökenli, eşityaşlı ve tek katlı tabloların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak, mevcut kuruluşun uzun yıllar devam eden bilinçli ve sistemli silvikültürel işlemler sonucu ortaya çıkmaması nedeniyle, bu ormanların potansiyel verim güçlerinin tipik seçme ormanlarındaki boy gelişmesini esas alan Flury yöntemi ile belirlenmesinin, Kayın ormanlarımızın yapı ve bünyesi ile uyuşmayacağı kuşkusuzdur (ASAN, 1988, S. 107). Bu noktadan hareketle, her yaş sınıfında normal yapı ve kuruluşu meşcereler elde edip bunlardan sağlanacak uzun süreli gözlem ve ölçme sonuçları alınana kadar, kayın ormanlarında verim gücü sınıflamasında kullanılacak en uygun kriterin, göğüs hizası yüksekliğinden itibaren başlayan boylanma eğrisinin standart yaştaki boy değeri olacağı kabul edilmiş ve buna göre ikinci bir bonitet tablosu, tarafımızdan düzenlenmiştir (ASAN, 1988, S. 118).

Düzenlenen bonitet tablosuna esas olan gövde analizlerini incelenmesi sırasında, aynı deneme alanları içinde, dış görünüm itibarıyla benzerlik gösteren ağaçlardan bazılarının sürgün kökenli olduğu gözlenmiştir. Bu deneme alanlarında yaptığımız ayrıntılı inceleme, tohum ve sürgün kökenli bireylerdeki boy gelişmesinin çok farklı bulunduğunu ortaya koymuştur (DEMİR, 1988).

Sürgün kökenli bireylerin genç yaşlarda tohum kökenlilerden daha hızlı büyüdüğü, ileri yaşlarda bu üstünlüğün, tohum kökenliler lehinde değiştiği esasen bilinmektedir (KALIPSIZ, 1982, S. 186-1987). Bu durum, tohum ve sürgün kökenli meşcerelerin hacim gelişimleriyle de doğrudan ilgilidir. Nitekim, meşcere boyu ve hacim arasındaki bu kuvvetli ilişki nedeniyledir ki, genetik niteliklerinden ötürü boy gelişme eğilimleri farklılık gösteren ağaç türlerinin her birisi için ayrı bonitet tabloları düzenlenmektedir.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, tamamı tohum kökenli bireylerde yapılan gövde analizi verileri yardımıyla daha önce tarafımızdan düzenlenen Kayın bonitet tablosunun sürgün kökenli meşcerelerde uygulanması sakıncalı olacaktır. Bu durumda, mevcut Kayın ormanlarının önemli bir bölümünü oluşturan sürgün kökenli meşcereler için ayrı bir tablonun hazırlanması bilimsel zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Bilindiği gibi, bonitet tablolarının düzenlenmesi sırasında yetiştirme ortamlarının verim gücü farklılıklarını temsil eden bonitet eğrileri iki temel yaklaşıma göre türetilmektedir ki bunlar; anamorfik (Harmonize edilmiş eğriler) metod ve polimorfikmetod olarak anılmaktadır.

Dayandıkları ilkeler açısından her iki metodun da avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Örneğin Bull (1931, S. 15), Spurr (1952, S. 137), Brickell (1968, S. 1) ve Akalp (1978, S. 227) az hata yapılmasını ve yetiştirme ortamları arasındaki gelişme farklılıklarını daha iyi yansıtmalarını gerekçe göstererek, polimorfik metodu anamorfik metoda tercih etmektedirler.

Verim gücü değişik yetiştirme ortamlarında yetişen ağaçlarda yapılan gövde analizleri, yaş-boy gelişme eğilimlerinin yetiştirme ortamına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Salt bu nedenle, Kuzey Amerika'da son zamanlarda düzenlenen bonitet tablolarında polimorfik metodun tercih edildiği belirtilmektedir (DAVIS-JOHNSON, 1987, S. 79). Ancak, polimorfik metodun tek ağaçların gelişimine dayanması ve bütün meşcereleri temsil etmemesi, deneme ağacı olarak seçilen ağaçların sahip olduğu hakim durumda bulunma koşulunun meşcereye çok az sayıda eleman tarafından paylaşılan bir özellik olması, bu metodun sakıncası olarak ileri sürülmektedir (ERASLAN, 1982, S. 170; GÜNEL, 1981, S. 113).

Aynı ağaç türü için anamorfik ve polimorfik metodlar ile düzenlenen bonitet tablolarının karşılaştırılması ilginç sonuçlar ortaya koymaktadır. Doğu Ladini için Akalp tarafından yapılan böyle bir karşılaştırma, anamorfik metod ile türetilen gösterge eğrilerinin iyi bonitet sınıflarında bütün yaşlarda polimorfik metod ile türetilen eğrilerin üzerinde seyrettiğini, orta ve zayıf bonitetlerde ise, standart yaşa kadar üzerinde bu yaştan sonra altında kaldığını göstermektedir (AKALP, 1978, S. 224-227).

Benzer sonuç, Biging-Wansel (1984) ikilisinin yaptığı karşılaştırma ile de ortaya konmuştur. Araştırmacılar, Kaliforniya'nın karışık iğne yapraklı ormanları için 50 yıl standart yaşa ve polimorfik metoda göre elde ettikleri 40, 80 ve 110 fitlik gösterge eğrilerini, aynı türler için Dunning ve Reineke (1933) tarafından 100 yıl standart yaş ve anamorfik metod ile türetilen eğriler ile karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonunda, iyi ve orta boniteti temsilen seçtikleri 110 ve 80 fitlik gösterge eğrilerinden anamorfik eğrilerin genç ve ileri yaşlarda polimorfik eğrilerin üzerinde kaldığını, sadece orta yaşlarda her iki eğrinin paralel seyrettiğini, zayıf boniteti temsil eden 40 fitlik eğrilerde ise, anamorfik eğrinin orta yaşa kadar polimorfik eğrinin üzerinde ve fakat bu yaştan sonra altında kaldığını görmüşlerdir (BIGING-WANSEL, 1984).

Bilgisayarların ormancılık bilimine girmesiyle özellikle Kuzey Amerika'da düzenlenen bonitet tablolarında anamorfik ve polimorfik metodların bilinen uygulamalarından tamamen farklı metodların geliştirildiği gözlenmektedir. Genelde daha çok gövde analizi verilerinin kullanıldığı bu çalışmalarda gösterge eğrileri regresyon analiz tekniği ile türetilmektedir. Aynı temel yaklaşımdan hareket etmekle birlikte, araştırma sonucuna farklı yollar izlenerek ulaşılan bu çalışmalara Arvanitis-Lindquist-Palley (1964), Carmean (1972), Curtis et All (1974), Dahms (1975), Cochran (1979), Dalph (1983) ve Monserud (1984), tarafından yapılan araştırmaları örneklemek mümkündür.

Gövde analizi verileri kullanarak bonitet tablosu düzenleme amacıyla yeni önerilere, ülkemiz literatüründe de rastlanmaktadır. Günel (1981) ve Alemdağ (1985) tarafından yapılan bu önerilerin ilkinde anamorfik eğriler metodunun iyileştirilmesine yönelik matematiksel fonksiyonlar tanıtılırken, Alemdağ tarafından yapılan ikinci öneride somut tablo ve denklemlere de yer verilmektedir. Keza, tohum kökenli Kayın ormanları için tarafımızdan düzenlenen bonitet tablosunu da, benzer çalışmalar arasında saymak gerekmektedir (ASAN, 1988).

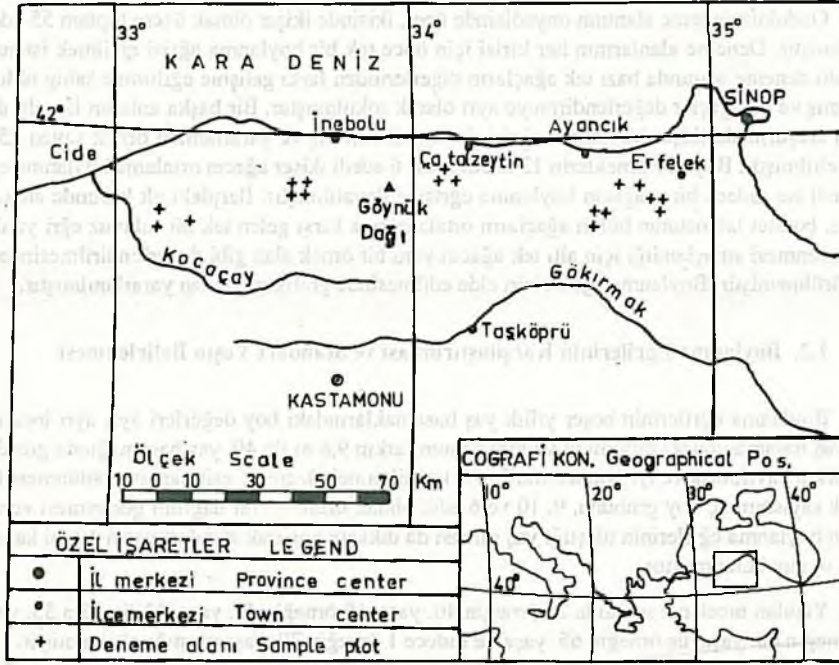
Ele alınan bu çalışmanın amacı, bir taraftan değişik yollar izlenerek sonuçlandırılan bonitet tablosu düzenleme tekniklerinin temel esaslarını açıkladıktan sonra, bu amaçla önereceğimiz yeni bir yaklaşımı tanıtarak, bir taraftan da sürgün kökenli kayın ormanları için yeni bir bonitet tablosu düzenleyerek, literatürümüzdeki bir boşluğu doldurmaktır.

1. MATERYAL VE METOD

1.1. Araştırma Materyalinin Toplanması

Bonitet tablosuna esas olan materyal, Batı Karadeniz Yöresi'ndeki Cide (3), İnebolu (4), Ayancık (4) ve Sinop (4) işletmelerine bağlı ormanlarda saptanan 19 deneme alanından sağlanmıştır¹⁾ (Harita No. 1). Adı geçen işletmelerde değişik bakı, yükselti ve eğim sınıflarında bulunan, sürgün kökenli, eşyaşlı, tek katlı, normal kapalı saf Kayın meşcereleri içinde yara beresi bulunmayan, çatal olmayan, tepe gelişimi normal olan 6 ağaçlık gruplar deneme alanı olarak seçilmiştir. Her deneme alanında önce bütün ağaçları göğüs hizası çapı ile, altıncı ağacın deneme alanı merkezine olan uzaklığı belirlenmiştir. Daha sonra bu ağaçların hakim ve yarı hakim durumda bu-

1) Materyal toplama yardım eden Ayancık, Sinop, Türkeli, İnebolu ve Cide Orman İşletme Müdürlükleri personeline teşekkür ederim.



Harita No: 1- Deneme alanlarının araştırma alanına dağılımı.
Distribution of sample plots into research area.

İlunan üç tanesi 0.3 m. yükseklikten kesilerek, gövde analizi için kesitler çıkarılmıştır. Yıllık halka sayımı, kesitler üzerine metilen mavisi sürüldükten sonra gerçekleştirilmiştir.

Araştırma materyalinin, bakı, yükselti, eğim ve özel konum itibarıyla dağılımları Tablo No. 1'de gösterilmiştir.

Tablo No 1: Deneme alanlarının bakı, yükselti ve özel konum itibarıyla dağılımı
Distribution of sample plots into exposure, altitude, and local positions groups.

Bakı Exposure	Deneme alanı sayısı Nr. Of sample plots	Yükselti Altitude m	Deneme alanı sayısı Nr. Of sample plots	Lokal konum local position	Deneme alanı sayısı Nr. Of sample plots
N	4	301-400	2	Sırt	5
NE	3	401-500	6	Üst yamaç	3
E	4	501-600	-	Orta yamaç	8
SE	1	601-700	4	Alt yamaç	2
S	-	701-800	1	Taban	1
SW	1	801-900	2		
W	1	901-1000	2		
NW	5	1001+	2		
Toplam Total	19	-	19	-	19

Ondokuz deneme alanının onyedisinde üçer, ikisinde ikişer olmak üzere toplam 55 adet ağaç kesilmiştir. Deneme alanlarının her birisi için önce tek bir boylanma eğrisi çizilmek istenmiş ise de, altı deneme alanında bazı tek ağaçların diğerlerinden farkı gelişme eğilimine sahip olduğu anlaşılmış ve bu ağaçlar değerlendirmeye ayrı olarak sokulmuştur. Bir başka anlatım ile, altı deneme alanı araştırmada ikişer boylanma eğrisi ile temsil edilmiş ve yararlanılan örnek sayısı 25 adede yükseltilmiştir. Böylece örneklerin 13 adedi üçer, 6 adedi ikişer ağacın ortalama boylanma eğrisine 6 adedi ise sadece birer ağacın boylanma eğrisine dayatılmıştır. İlerideki alt kesimde anlatılacağı üzere, bonitet tablosunun bütün ağaçların ortalamasına karşı gelen tek bir kılavuz eğri yardımıyla düzenlenmesi amaçlandığı için altı tek ağacın yeni bir örnek alan gibi değerlendirilmesinde sakınca görülmemiştir. Boylanma eğrilerinin elde edilmesinde grafik metotdan yararlanılmıştır.

1.2. Boylanma Eğrilerinin Karşılaştırılması ve Standart Yaşın Belirlenmesi

Boylanma eğrilerinin beşer yıllık yaş basamaklarındaki boy değerleri ayrı ayrı incelenerek, her yaş basamağındaki minimum ve maksimum farkın 9,8 m ile 40. yaş basamağında gözlenmesi, bu farkın zayıf, orta ve iyi bonitet sınıflarını temsil etmek üzere üç eşit parçaya bölünmesi halinde örnek sayısının üç boy grubunu, 9, 10 ve 6 adet olmak üzere iyi bir dağılım göstermesi ve nihayet bütün boylanma eğrilerinin ulaştığı yaş olması da dikkate alınarak standart yaşın 40 yıl kabul edilmesi uygun bulunmuştur.

Yapılan inceleme sonunda 25 örneğin 40. yaşa, 18 örneğin 45. yaşa, 11 örneğin 55. yaşa, yedi örneğin 60. yaşa, üç örneğin 65. yaşa ve sadece 1 örneğin 70. yaşa ulaştığı gözlenmiştir.

2. BONİTET TABLOSUNUN DÜZENLENMESİ

2.1. Metod Seçimi ve Gösterge Eğrilerinin Türetilmesi

Hangi metod izlenirse izlensin, bonitet tablolarını oluşturan gösterge eğrileri ya anamorfik (her bonitet sınıfı için sabit artım oranlı), veya polimorfik (her bonitet sınıfı için değişen artım oranlı) şekillerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bonitet tablosunu düzenlemede yararlanılan metodun bilinmemesi halinde gösterge eğrilerinin herhangi bir yaş basamağındaki boy artım oranlarını incelemektir. Ardışık iki yaş basamağı arasındaki boy farkını, periyot başındaki boyla bölmek suretiyle hesaplanan bu oranın sabit olması eğrilerin anamorfik, değişken olması ise polimorfik olduğunu göstermektedir.

Yapılan araştırmalarda her ne kadar polimorfik gösterge eğrileri genelde gövde analizleri yardımıyla türetilmiş ise de, eğri biçiminin toplanan veri ile doğrudan ilişkisi bulunmamaktadır. Gösterge eğrilerinin anamorfik veya polimorfik şekilli olmasını, bunların bir veya birden fazla kılavuz eğriden türetilmiş olup olmamaları etkilemektedir. Anamorfik eğriler bir tek kılavuz eğriden, polimorfik eğriler ise, en az iki veya daha fazla kılavuz eğrilerden yararlanarak türetilmektedir. Literatürümüzde anamorfik gösterge eğrilerinin türetilmesi amacıyla izlenen yol Eraslan (1954), Alemdağ (1962, 1967), Evcimen (1967) tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Polimorfik gösterge eğrilerinin türetilme tekniği ise, Akalp (1978) ve Asan (1984, 1986) tarafından yapılan yayınlarda gösterilmiştir.

2.11. Metod Seçimi

Giriş bölümünde de açıklandığı üzere, son zamanlarda yapılan yayın ve araştırmalarda, tek ağaçlarda gövde analizi yoluyla elde edilen boylanma eğrilerinin anamorfik metod ile türetilen

boylanma eğrileriyle uyuşmaması, anamorfik ve polimorfik metodlarla türetilen gösterge eğrilerinin karşılaştırılmasında, gösterge eğrileri arasında aynı uyum ve paralelliğin bulunmaması gibi nedenler gerekçe gösterilerek, polimorfik metodun anamorfik metoda yeğlendiği anlaşılmaktadır. Kanımızca ileri sürülen bu gerekçeler, uygulanmasındaki kolaylık nedeniyle bilimsel çalışmalarda önceden büyük rağbet gören (GÜNEL, 1981, s. 113) anamorfik metodun güncelliğini yitirmesine neden olmalıdır. Çünkü; bir meşceredeki hakim ve yarı hakim ağaçların periyodik boy ölçüm ortalamalarına dayanılarak elde edilen boy gelişimi arasında tam bir uyum ve paralellik beklemek, tek ağaç ve meşcere boy gelişimlerinin doğal kanuniyetlerine göre olanaksızdır.

Keza, eski bonitet tablosunda olduğu gibi, çok sayıda meşcerede bir defalık ölçme ile sağlanan hakim ağaç ortalama yaş ve boyları baz alınarak elde edilen meşcere boy gelişiminin, bu meşcerelerde seçilen hakim ağaçların gövde analizi yardımıyla elde edilen boy gelişimiyle benzer olmasını beklemek de (EVCİMEN, 1963, S. 95; KALIPSIZ, 1982, S. 115) bilimsel gerçeklerle bağdaşmamaktadır. Teorik açıdan verim gücü farklı iki yetişme ortamında çok sayıda ağacın ortalaması halinde elde edilen meşcere boy eğrilerinden iyi yetişme ortamına ait olanı her yaşta diğerinden daha yukarıda bulunmasına karşın, bir veya iki hakim ağacın yaş basamaklarındaki boy ortalamalarına dayanılarak çizilen boylanma eğrilerinde zaman zaman kesişmeler gözlenmektedir. Örneğin, çok sayıda gövde analizine ait boylanma eğrilerinin tek bir grafik üzerine çizilmesi (KALIPSIZ, 1982, S. 197; SARAÇOĞLU, 1988, S. 18) veya bu analizlere ait yaş-boy değerlerinin tek bir tablodan izlenmesi halinde de kolayca farkedilen bu durum, aynı deneme alanında kesilen 5-6 adet ağaca ait boylanma eğrilerinde de gözlenebilmektedir. Nitekim, son zamanlarda gövde analizlerine dayanılarak düzenlenen bonitet tablolarında bu olumsuzluğu bir dereceye kadar giderebilmek için boylanma eğrileri ya deneme alanında kesilen bütün ağaçların yaş basamaklarındaki ortalama boylarına dayanarak, çizilen boylanma eğrilerinde zaman zaman kesişmeler gözlenmektedir. Örneğin, çok sayıda gövde analizine ait boylanma eğrilerinin tek bir grafik üzerine çizilmesi (KALIPSIZ, 1982, S. 197; SARAÇOĞLU, 1988, S. 28) veya bu analizlere ait yaş-boy değerlerinin tek bir tablodan izlenmesi halinde de kolayca farkedilen bu durum, aynı deneme alanında kesilen 5-6 adet ağaca ait boylanma eğrilerinin de gözlenebilmektedir. Nitekim, son zamanlarda gövde analizlerine dayanılarak düzenlenen bonitet tablolarında bu olumsuzluğu bir dereceye kadar giderebilmek için boylanma eğrileri ya deneme alanında kesilen bütün ağaçların yaş basamaklarındaki ortalama boylarına dayanarak, ya da, her yaş basamağını ayrı ayrı ele almak ve ilgili basamakta hangi tek ağacın boyu daha yüksek ise, o yaş basamağı için o ağacın boyunu esas almak suretiyle çizilmektedir (COCHRAN, 1985, S. 4; DOLPH, 1983, S. 3). Deneme alanı sayısının fazla olmadığı bazı araştırmalarda ise her ağacın ayrı bir yetişme ortamını temsil ettiği varsayılmaktadır.

Ancak, anamorfik metotta yaş-boy ölçümlerinin aynı meşcereye ait periyodik ölçümler olmaması ve her yaş ve bonitet sınıfından eşit sayıda ölçü alınmaması yanında, özellikle genç yaşlardaki ölçü değerlerinin genelde yetersiz kalması gibi nedenlerin, bu metodla elde edilen eğrilerin temsil etkisini azaltmaktadır. Bu nedenle, çok sayıda gövde analizi verilerinden sağlanan yaş-boy değerlerinin, metodun bu yöndeki eksikliğini önemli ölçüde gidereceği kuşkusuzdur.

Böylece bir taraftan her yaş basamağı için genç yaşlarda eşit ve yeteri sayıda done sağlanması olanaklı hale gelirken, bir taraftan da her deneme alanı için standart yaştaki boy değerleri (Bonitet göstergesi) ile, diğer yaş basamaklarındaki boy değerleri arasında matematiksel kesinlikte oran belirlemek, olanaklı hale gelmektedir.

Bonitet sınıfı tayininden güdülen temel amaç, ormanları potansiyel hacim verimi bakımından sınıflandırmaktır. Ancak, meşcere hacminin kolay tayin edilmemesi yanında sıklıktan ve silvikültürel işlemlerden çokca etkilenmesi nedeniyle, verim gücü sınıflamasında doğrudan kullanılama-

maktadır. Bu nedenle, asıl amaç hacim verimi bakımından sınıflama yapmak olmasına karşın hacim yerine, hacimla sıkı ilişkisi bulunan meşcere üst boyu kriter olarak kullanılmaktadır. Ancak, hacim ile meşcere üst boyu arasındaki ilişki matematiksel kesinlikle değil, istatistikidir (KALIPSIZ, 1982, S. 204). İlişkinin güven düzeyi örnek sayısının çokluğuna koşut olarak yükselmektedir.

Diğer taraftan, tek ağaç ve meşcere hacmi üzerinde göğüs yüzeyinin sahip olduğu etki, boydan daha fazladır. Bu nedenle meşcere üst boy gelişiminde şu veya bu nedenle ortaya çıkan farklılıklar, hacim gelişimine aynen yansımamaktadır.

Buraya kadar yapılan açıklamalar, çok sayıda gövde analizinden elde edilen yaş-boy ortalamasına dayanması halinde, verim gücü farklılığını yansıtmada anamorfik gösterge eğrilerinin de etkin olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Bu nedenle bu araştırmada gösterge eğrilerinin anamorfik şekilli olması uygun bulunmuş ve eğriler değişik bir yaklaşım ile üretilmiştir.

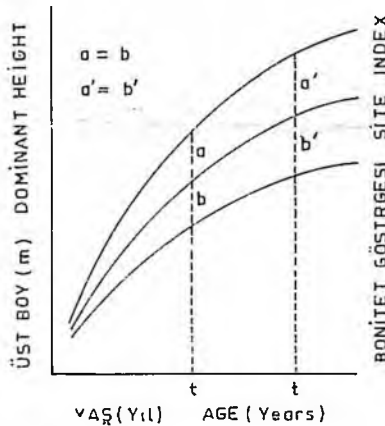
2.12. Klasik Metodun Temel İlkesi ve Yeni Yaklaşım

Anamorfik gösterge eğrilerinin üretilmesinde yararlanılan klasik metodun temel ilkesi; kılavuz eğri ile üretilmek istenen eğrinin standart yaştaki boy farkını, kılavuz eğrinin boyuna bölmek suretiyle hesaplanan oranın, tüm diğer yaşlar için de aynı olduğu varsayımına dayanmaktadır. Gösterge eğrinin diğer yaş basamaklarındaki boyları, hesaplanan bu oranı, kılavuz eğrinin diğer yaş basamaklarındaki boyları ile çarpmak suretiyle bulunan boy artım miktarlarını kılavuz eğrinin üzerindeki göstergeler için kılavuz eğri üzerine eklemek, altındaki göstergeler için ise çıkarmak suretiyle belirlenmektedir. Boy artım oranının her yaş basamağında sabit olmasını sağlamak amacıyla özel düzeltilme işlemlerine başvurulmaktadır.

Bu araştırmada getirilen yaklaşım birbirine bağlı üç varsayıma dayanmaktadır.

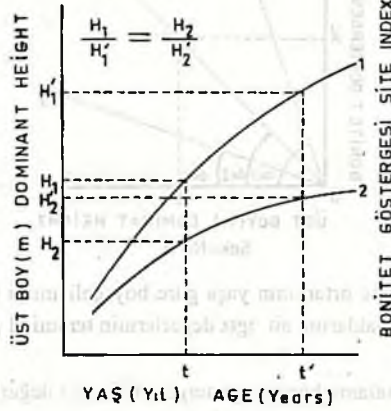
1- Verim gücü farklı iki yetişme ortamında çok sayıda ağacın gövde analizleri yardımıyla elde edilen ortalama boylanma eğrilerinden iyi yetişme ortamına ait olanının, boyu, her yaş basamağında diğerinden daha fazladır.

2- Değişik yetişme ortamlarının verim gücünü temsil eden bonitet gösterge eğrilerinin yaş basamaklarındaki boy farkları birbirine eşittir (Şekil No: 1).



Şekil No: 1

3- Bonitet gösterge eğrilerinin yaş basamaklarındaki boyları, ilgili eğrinin standart yaştaki boyu ile oransal olarak değişmektedir. Standart yaştaki boyun ilgili yaş basamağındaki boya bölünmesiyle elde edilen bu oran, tüm boylanma eğrileri için sabittir (Şekil No: 2).



Şekil No: 2

Türetilcek gösterge eğrilerinin anamorfik olmasını sağlamak amacıyla sözkonusu edilen bu ilkelerin temeli, üst boy ile bonitet göstergesi arasındaki sıkı ilişkiye dayanmaktadır (ALEMDAĞ, 1985, S. 134). Her yaş basamağı için doğrusal denklemlerle ortaya konan bu ilişki doğru eğiminin ilerleyen yaşa koşut olarak azaldığını ve standart yaşta 1'e eşit olduğunu göstermektedir.

Curtis et All (1974), Drahts (1975), Cochran (1979 ve 1985) ve Alemdağ (1985)'dan farklı olarak bonitet göstergesi ile üstboy arasındaki ilişki bu araştırmada, yaşa göre değişen sabit bir oran olarak kabul edilmiştir. Keza, üst boy ile bonitet göstergesi arasındaki ilişkiyi gösteren bütün doğruların orijinden geçtiği varsayılmıştır.

Yatay eksen üst boyu (H), düşey eksen bonitet göstergesini (BG), belirtmek üzere düzenlenen Şekil No: 3'ten de görüleceği üzere, herhangi bir t yaşına ait Ot doğrusunun eğimi (α):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{OB} = \frac{BG}{H} \quad \text{tır.} \quad (1)$$

Bu eşitliği aşağıdaki biçimlerde yazmak da mümkündür.

$$BG = \operatorname{tg} \alpha \times H \quad (2)$$

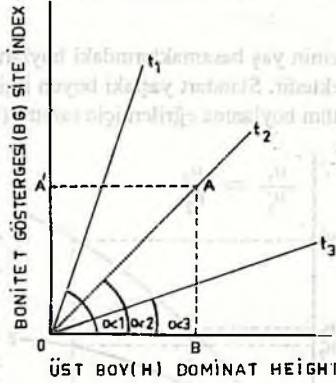
$$H = (1 / \operatorname{tg} \alpha) \times BG \quad (3)$$

2 nolu eşitlikten anlaşılacağı üzere, herhangi bir yaşa ait $\operatorname{tg} \alpha$ 'nın bilinmesi halinde bonitet göstergesi sadece üst boya göre değişmekte ve üst boy arttıkça bonitet göstergesi yükselmektedir. 3 nolu eşitlik ise, $\operatorname{tg} \alpha$ değerinin yaşa göre değişiminin bilinmesi halinde, herhangi bir bonitet göstergesinin diğer yaş basamaklarındaki boy miktarlarının kolayca saptanabileceğini göstermektedir.

2 nolu eşitliğe göre yaş ve üst boy bilindiğinde bonitet göstergesini belirlemek için yapılan iş, sadece verilen yaşa karşı gelen $\operatorname{tg} \alpha$ değerini üst boy ile çarpmaktan ibaret olacaktır. t. yaşa ait üst boy ortalaması, H_t , bu yaşa ait değeri $\operatorname{tg} \alpha$ ile gösterilirse,

$$BG = \operatorname{tg} \alpha_t \times H_t \quad (4)$$

ile hesaplanacaktır.



Şekil No: 3

Boniteti belirlenen yetiştirme ortamının yaşa göre boy gelişimini (boylanma eğrisini) tahmin için yapılacak iş ise, yaş basamaklarına ait $\text{tg}\alpha$ değerlerinin tersini ($1 / \text{tg}\alpha$) saptanan bonitet göstergesi ile çarpmaktır.

Yetiştirme ortamına ait ortalama bonitet göstergesi \overline{BG} , $\text{tg}\alpha$ değerlerinin yaşa göre gelişimini gösteren fonksiyon $f(\text{tg}\alpha)_t$ ile gösterilirse, bonitet göstergesinin yaşa göre gelişimini veren denklem

$$H = [1 / f(\text{tg}\alpha)_t] \times \overline{BG} \quad (5)$$

olacaktır.

$\text{tg}\alpha$ 'nın yaşa göre gelişimini veren denklem katsayıları araştırma materyali yardımıyla belirlenmiştir. Bu amaçla önce, deneme alanlarının gövde analizleri yardımıyla elde edilen ortalama boylanma eğrilerinin standart yaştaki değerleri, beşer yıllık basamaklar itibarıyla okunan boyolar ile ayrı ayrı bölünmüştür. Her yaş basamağı için ayrı olarak elde edilen oranların ortalaması hesaplandıktan sonra, bulunan ortalamaların yaşa göre gelişme eğilimi incelenmiştir. Elde edilen denklemin standart yaş 40 ta 1.000'den geçmesi zorunlu görüldüğünden denklem katsayıları bu koşulu sağlayacak biçimde hesaplanmıştır. Dengeleme sırasında çeşitli modeller sınanmış ve sonuçta aşağıda katsayı ve istatistikleri verilen denklemin her yönüyle tatminkar olduğu anlaşılmıştır.

$$\text{tg}\alpha = 0,269037 + 29,1872 / t + 2,05259 / t^2 \quad r = 0,9998 \quad SE^2 = 0,00000484 \quad (6)$$

Yaş basamakları için hesaplanan $\text{tg}\alpha$ ortalamaları ile bunlara ait standart hata değerleri Tablo No. 2'de, 6 nolu denklem ile 1-70 yaş için hesaplanan $\text{tg}\alpha$ değerleri ise Tablo No. 3'te verilmiştir.

$\text{tg}\alpha$ 'nın yaşa göre gelişimi, orijinal veriler ile birlikte grafik olarak da gösterilmiştir (Grafik No 1).

2.13. Ortalama Boylanma Eğrisinin (Kılavuz Eğri) Elde Edilmesi

25 ayrı boylanma eğrisinin genel ortalama boy gelişimi, $\text{tg}\alpha$ fonksiyonunu 5 nolu temel denklemde yerine koymak ve her yaş basamağı için bulunan miktarı, ortalama bonitet endeksi olan 16,89 ile çarpmak suretiyle belirlenmiştir.

$$\overline{H}_1 = [1 / (0,269037 + 29,1872 / t + 2,05259 / t^2)] \times 16,89 \quad (7)$$

Denklemde t yaşı, \overline{H}_1 yaş basamağındaki boyu göstermektedir.

Tablo No 2: Yaş basamakları itibariyle hesaplanan ortalama $t_{g\alpha}$ değerleri ve bunlara ait standart hatalar
tg α values and standard errors calculated for five years age intervals

Yaş Yıl Age Years	Örnek Sayısı Nr. Of observation	Ortalama $t_{g\alpha}$ Average $t_{g\alpha}$	Standart hata Standard errors SE ²
5	25	6,187	
10	25	3,194	
15	25	2,232	
20	25	1,739	
25	25	1,432	
30	25	1,236	
35	25	1,099	
40	25	1,000	
45	18	0,922	
50	11	0,856	0,00093
55	11	0,804	0,00120
60	7	0,744	0,00205
65	3	0,707	0,00600

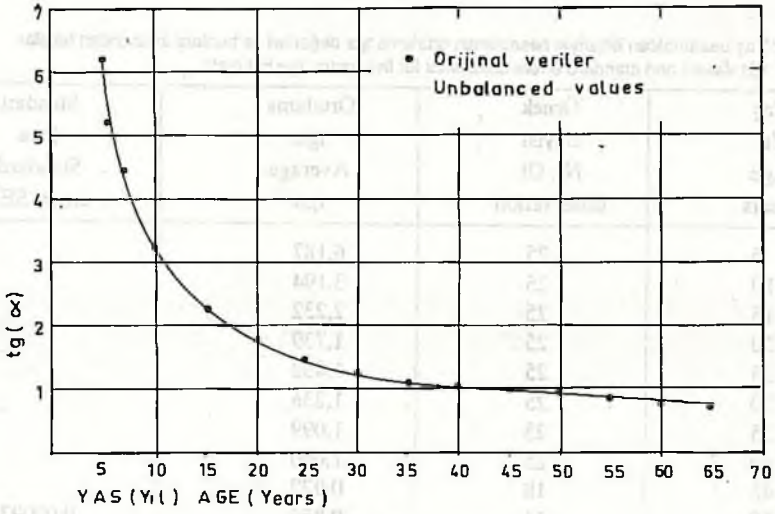
Tablo No 3: $t_{g\alpha}$ değerlerinin yaşa göre değişimi
Change of $t_{g\alpha}$ over age

Yaş Basamağı Decade	Yıllar Years									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	31.509	15.376	10.226	7.699	6.189	5.191	4.481	3.950	3.57
10	3.208	2.939	2.716	2.526	2.364	2.224	2.1011	1.993	1.897	1.811
20	1.734	1.664	1.600	1.542	1.489	1.440	1.395	1.353	1.314	1.278
30	1.244	1.213	1.183	1.155	1.129	1.105	1.081	1.059	1.039	1.019
40	1.000	0.982	0.965	0.949	0.933	0.919	0.905	0.891	0.878	0.861
50	0.854	0.842	0.831	0.820	0.810	0.800	0.791	0.783	0.773	0.764
60	0.756	0.748	0.740	0.733	0.726	0.719	0.712	0.705	0.699	0.692
70	0.686	-	-	-	-	-	-	-	-	-

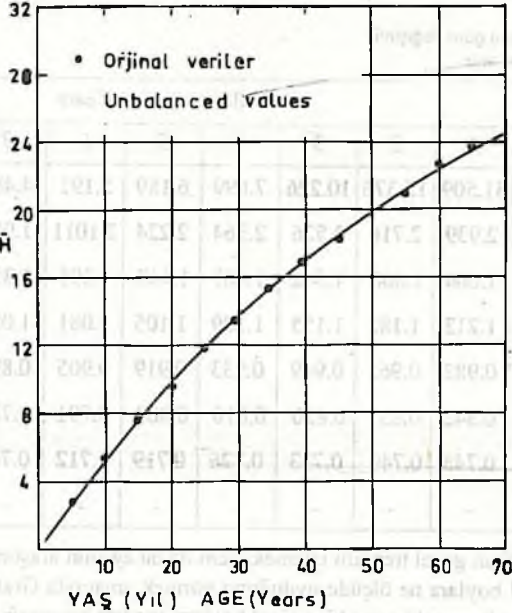
Hem elde edilen eğrinin genel trendini izlemek, hem de bu eğrinin araştırma materyali yardımıyla elde edilen orijinal boylara ne ölçüde uyduğunu görmek amacıyla Grafik No. 2 düzenlenmiştir. Kılavuz eğrinin yaş basamaklarındaki orijinal boyları, her yaş basamağı için Tablo No. 2'de gösterilen, dengelenmemiş $t_{g\alpha}$ değerlerinin tersini ortalama bonitet göstergesi (BG = 16,89) ile çarpmak suretiyle belirlenmiştir.

2.14. Gösterge Eğrilerinin Türetilmesi

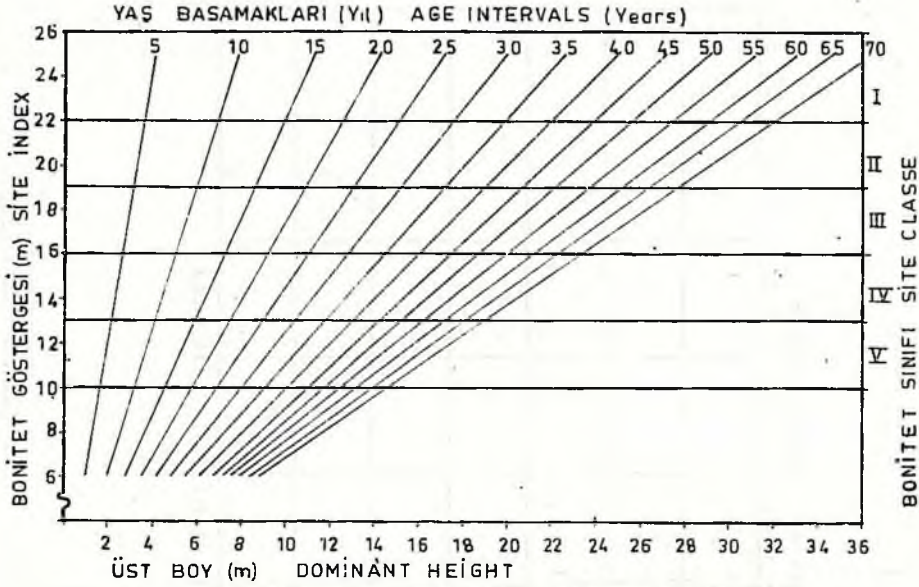
$t_{g\alpha}$ halinde hesaplanan doğru eğimlerinin yaş basamaklarındaki değişim biçimini kılavuz eğri yardımıyla ortaya koymak için, Grafik No. 3 düzenlenmiştir.



Grafik No: 1
İğirnin yaşa göre değişimi
Change of $tg\alpha$ over age



Grafik No: 2
Ortalama boylanma eğrisinin (Kılavuz eğri) yaşa göre gelişimi
Development of average height growth curve (Guide curve) over age.



Grafik No: 3

Bonitet göstergesi ile üst boy arasındaki oransal ilişkinin yaşa göre değişimi
Change of rational relationship over age between the site index and dominant height.

Bu amaçla önce yatay eksen boyu, düşey eksen bonitet göstergesini göstermek üzere hazırlanan koordinat sistemine $BG = 16,89$ m.'den yatay eksene paralel bir doğru çizilmiştir. Çizilen doğru üzerine kılavuz eğrinin 5'er yıllık yaş basamaklarındaki boyları işaretlendikten sonra bulunan noktalar sıfır noktası ile birleştirilmiştir.

Gösterge eğrilerinin yaş basamaklarındaki boy miktarları matematiksel olarak da hesaplanmıştır. Bu amaçla, 8 nolu denklemde $BG = 16,89$ yerine türetilmek istenen gösterge eğrisinin standart yaştaki boyu konarak, 5'er yıllık yaş basamakları itibariyle her gösterge eğrisi için denklem yeniden hesaplanmıştır. 10 m.'den itibaren 25. metreye kadar 1 m. ara ile oluşturulan bonitet göstergelerinin yaş basamaklarındaki boyları Tablo No. 4'de topluca verilmiştir. 2 m. ara ile bu tablodan alınan boylanma eğrileri grafik olarak da gösterilmiştir (Grafik No. 4).

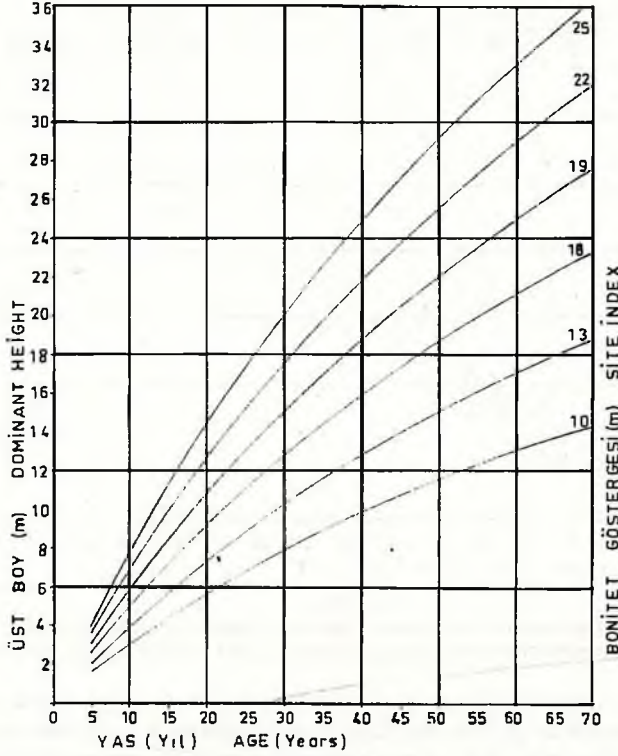
2.2. Bonitet Sınıflarının Oluşturulması

Verim gücü ayırımı amacıyla birer m. ara ile oluşturulan endekslerin kullanılması pratik olmadığından uygulamada daha çok bonitet sınıfları ayırımına gidilmektedir. Ülkemiz ormancılığının entansitesi de dikkate alınarak, bu çalışmada bonitet ayırımının 5 sınıf halinde yapılması ve araştırma materyalinin dağılımı da dikkate alınarak sınıfların Tablo No. 5'teki biçimde oluşturulması uygun görülmüştür.

Bonitet sınıflarının alt ve üst sınıfları Grafik No. 3 üzerinde ayrıca belirtilmiştir.

2.3. Tablonun Kullanılması

Yaş ve üst boy bilindiğinde bonitet sınıfını belirlemek amacıyla, araştırma sonuçlarını iki biçimde kullanmak mümkündür. Kaba veya geniş aralıkta tahmin diyebileceğimiz birinci kullanım biçiminde sadece Grafik No. 3'ten yararlanmak yeterlidir. Deneme alanlarında ve hakim ağaçta saptanan yaş ve boy ortalama değerlerine göre, yatay eksenden çıkılan dik doğru parçasının içine düştüğü aralık, doğrudan bonitet sınıfını gösterecektir.



Grafik No. 4

Bonitet gösterge eğrilerinin yaşa göre gelişimi
Development of site indexes over age.

Dar aralıkta tahmin diyebileceğimiz ikinci yöntemde ise, önce deneme alanında saptanan yaşa karşı gelen t α değeri, **Tablo No. 3**'ten alarak üst boy ile çarpılmak suretiyle, bonitet göstergesi hesaplanacak daha sonra da bu göstergenin içinde bulunduğu bonitet sınıfı **Tablo No. 5** yardımıyla belirlenecektir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada elde edilen anamorfik eğriler ve bonitet tablosu klasik metodun bilinen uygulama biçimi dışında yeni bir yaklaşım ile oluşturulmuştur. Anamorfik metodun temel prensipleri değişik biçimde formüle edilerek elde edilen tablo, zor enterpolasyon işlemlerine gerek göstermeyecek basit denklem sistemlerine kavuşturulmuştur.

Araştırma sonuçlarını eşiyatlı tek katlı sürgün kökenli saf Kayın ve kayının hakim durumda bulunduğu bütün meşcerelerde uygulamak mümkündür. Ancak, uygulamaya geçmeden önce meşcerenin sürgün kökenli olduğunun özenle araştırılması gerekmektedir. Aksi halde tohum kökenli meşcerelerin boylanmasıdaki fark nedeniyle, yapılan tahminimizin çok yanlış olacağı ve yetiştirme ortamı verim gücünün normalin çok üzerinde tahmin edileceği hatırdan çıkarılmamalıdır.

Tablo No 4: Bonitet gösterge eğrilerinin yaşa göre gelişimi
Development of side index curves over age

Yaş Basamağı Decade	Bonitet göstergesi (m) site index							
	10	11	12	13	14	15	16	17
0	1,62	1,78	1,94	2,10	2,26	2,42	2,58	2,75
10	3,12	3,43	3,74	4,05	4,36	4,67	4,99	5,30
15	4,50	4,95	5,40	5,84	6,29	6,74	7,19	7,64
20	5,77	6,34	6,92	7,50	8,08	8,65	9,23	9,81
25	6,94	7,64	8,33	9,03	9,72	10,42	11,11	11,81
30	8,04	8,84	9,65	10,45	11,25	12,06	12,86	13,66
35	9,05	9,96	10,86	11,77	12,67	13,58	14,48	15,39
40	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00
45	10,89	11,97	13,06	14,15	15,24	16,33	17,42	18,51
50	11,72	12,89	14,06	15,23	16,40	17,57	18,74	19,92
55	12,49	13,74	14,99	16,24	17,49	18,74	19,99	21,24
60	13,23	14,55	15,87	17,19	18,52	19,84	21,16	22,49
65	13,92	15,31	16,70	18,09	19,48	20,88	22,27	23,66
70	14,57	16,03	17,48	18,94	20,409	21,85	23,31	24,77

Tablo No 4: Bonitet gösterge eğrilerinin yaşa göre gelişimi
Development of side index curves over age

Yaş Basamağı Decade	Bonitet göstergesi (m) site index							
	18	19	20	21	22	23	24	25
0	2,91	3,07	3,32	3,39	3,56	3,72	3,88	4,04
10	5,61	5,92	6,23	6,55	6,86	7,17	7,48	7,79
15	8,09	8,54	8,99	9,44	9,89	10,34	10,79	11,24
20	10,38	10,96	11,54	12,11	12,69	13,27	13,85	14,42
25	12,50	13,20	13,89	14,59	15,28	15,97	16,67	17,36
30	14,47	15,27	16,07	16,88	17,68	18,49	19,29	20,09
35	16,30	17,20	18,11	19,01	19,92	20,82	21,73	22,63
40	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00
45	19,59	20,68	21,77	22,86	23,95	25,04	26,13	27,21
50	21,09	22,26	23,43	24,60	25,77	26,95	28,12	29,29
55	22,49	23,74	24,99	26,24	27,49	28,74	29,99	31,24
60	23,81	25,13	26,45	27,78	29,10	30,42	31,74	33,07
65	25,05	26,44	27,83	29,23	30,62	32,01	33,40	34,79
70	26,22	27,68	29,14	30,59	32,05	33,51	34,96	36,42

Tablo No 5: Bonitet sınıflarının alt ve üst sınırları
Uper and lower boundaries of site classes

Alt sınır Lower boundary	Üst sınır Uper boundary	Ortalama Avarage	Bonitet sınıfı Site classes
10.0	12.9	11.5	V
13.0	15.9	14.5	IV
16.0	18.9	17.5	III
19.0	21.9	20.5	II
22.0	24.9	23.5	I

SITE QUALITY RESEARCH IN THE SHOOT ORIGINATED BEECH FORESTS

Doç. Dr. Ünal ASAN

Abstract

In this study, dominant and co-dominant high growth in the managed, even-aged, one stored and shoot originated beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) stands was investigated. Discussing the differences between anamorphic and polymorphic site index curves, an alternative procedure for constructing of anamorphic site index curves was presented.

Using 55 stem analysis data collected from 19 temporary sample plots growing on varying site in the West Black Sea region, the application of method for obtaining site index curves and the usage of these curves were clarified respectively.

0. INTRODUCTION

Orient beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) is one of the most important tree species of Turkey with its 614615 hectares distribution area. 5, 6 percent of all the high forest in the country is covered by beech (OGM, 1980, p. 13). Even though there is no explicit amount in the hand, it is known that more than 50 percent of beech forests consist of shoot originated stands.

The first study relevant to productive capacity of beech forests in Turkey was completed by Kalipsız in 1962. In authors opinion, since most of the beech stands were uneven-aged, site quality evaluation should be made by means of Flury Method. Therefore, a site index table which consist of three site classes was given in the study too (KALIPSIZ, 1962, p. 28).

Ofcourse, all the beech forest in Turkey were also managed according to selection cutting system until 1955. Social pressure of people on the one hand, negative effects of unsuitable cutting system on the other hand, caused to occurrence of multy-stored, uneven-aged stand structure on some parts, and, shoot originated, even-aged and one stored beech stands on the other parts of the forest lands.

The latest study completed in the beech stands growing in managed, one stored, normal or medium stocked, and uneven-aged on the ground, but even aged at breast height showed that, height growth trend after breast height level, and the age at that point can reflect the growth potential of different site quality. Basing on this result, a site index table which can be used in the beech stands those are defined above was presented for common usage (ASAN, 1988, p. 118).

Because of the great differences between the height growth curves of seed and shoot originated individuals, it is impossible to use the index curves for seed originated stands instead of the shoot originated one. Therefore, another site index table is also needed for the site quality prediction in the shoot originated beech stands too.

Depending on the procedure followed, site index curves have been obtained either anamorphic or polymorphic pattern. Site curves are anamorphic if there is a constant relative height growth for all sites at a given age. If there is no constant relationship the curves are polymorphic.

Each of the patterns have their advantages and disadvantages of course.

System analysis made of different sites showed that height growth curves relevant to varying sites have different shapes. In other words, trees some authors, because of this reason only, many recent site curve development studies use the polymorphic technique that allows the curve for each site index level to have a different shape (DAVIS-JOHNSON, 1987, p. 70).

Since the reasons below, anamorphic curves are still maintaining their importance in the construction of site index tables:

- The developmental trends of height growth over age are not similar for an individual tree and a stand.
- There is no precise correlation mathematically between the developmental trends of stand volume and height for a given site (KALIPSIZ, 1982, p. 207).

The aims of this study can be clarified as below:

- 1- Introducing a new approach which can be applied in the derivation of anamorphic site index curves,
- 2- Preparation of a site index table suitable for the shoot originated beech stands.

1. MATERIAL AND METHOD

Material used in the study was collected from 19 temporary plots distributed into the stands of pure beech which shoot originated, even-aged, one stored, normal or medium stocked in the West Black Sea Region. Distribution of sample plots into exposure, altitude and local position groups are shown in Table 1 and Map 1 respectively.

On each plot 6 trees showing no outward signs of broken or deformed top, crook in the bole, damaged by insect or disease were selected for stem analysis.

55 trees were felled for study and, the boles were sectioned at 2 meters intervals. Annual rings were carefully counted on the disks which were cut at each section.

It was intended to fit one curve for each one of the sample plots first. But, the later study on the curves of each tree individually. Indicated that, 6 of the trees have different shape of development so, evaluating these trees as a separate sample the number of observations were increased to 25.

Free hand curve method was used for fitting the height growth curves, and 40 years of age was accepted as index age.

2. CONSTRUCTION OF SITE INDEX TABLE

A new and different procedure was followed in the derivation of site index curves. Basing on the assumptions below, a serie of harmonised site index curves were obtained.

1- Height growth development of a tree growing on a good site allways cruise over, compare to the height growth development of the tree growing on poor site.

2- Height differences for all site indexes at a given age are equal (Figure 1).

3- Height values of the site indexes at the given ages change relatively over the heigh of concerning curve at the index age (Figure 2). The ratios obtained by dividing the heights at index age by the heights at given ages are constant for all index curves, but different for ages conversely.

It was based on the linear relationship exhibiting between height and site index at any age for these three assumptions mentioned above (ALEMDAĞ, 1985, p. 134). The slope of lines decline over age and it is equal to 1 at the index age. It was also supposed that all the lines pass through the origin.

Figure 3 was presented in order to clarify these assumptions. The following equations can be written easily according to Figure 3:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{AB}{OB} = \frac{BG}{H} \quad (1)$$

$$BG = \operatorname{tg}\alpha \times H \quad (2)$$

$$H = (1 / \operatorname{tg}\alpha) \times BG \quad (3)$$

Where:

$\operatorname{tg}\alpha$ = the slope of line at the given age, BG = site index (m), and, H = dominant height at the given age (m).

When the $\operatorname{tg}\alpha$ values over age are known at any age, site index can be calculated easily by multiplying the $\operatorname{tg}\alpha$, corresponding to the age by the height at given age. In that case equation 2 can be written as below:

$$BG = \operatorname{tg}\alpha_i \times H_i \quad (4)$$

Conversely, when the $\operatorname{tg}\alpha$ values over age and the average site index are known, height growth development of a stand can also be obtained by using equation 5:

$$\bar{H} = [1 / f(\operatorname{tg}\alpha)_i] \times \bar{BG} \quad (5)$$

Equation coefficient of $\operatorname{tg}\alpha$ over age were defined by means of the research material. Following procedure was used for this purpose:

As a first step, the heights at index age of each height growth curve were divided by the heights at 5, 10, 15, and 70 years of age of each curve respectively. After calculating the ratios at

the ages of 5 years interval for all curves, the average ratios for each step were calculated than. Average $tg\alpha$ values calculated over five years intervals were given in Table 2. At the last step, the change of $tg\alpha$ over age was defined by means of the following equation:

$$tg\alpha = 0,269037 + 29,1872 / t + 2,05259 / t^2 \quad (6)$$

$$r = 0,99986 \quad SE^2 = 0,00000484$$

Calculated values were compiled in Table 3, and the trend of change over age was shown in Graphic 1.

2.1. Construction Of The Guide Curve

Developmental trend of the guide curve over age was defined by means of the equation 7.

$$\bar{H}_t = [1 / (0,269037 + 29,1872 / t + 2,05259 / t^2)] \times 16,89 \quad (7)$$

where: t = age, and \bar{H}_t = height at the age of t .

In order to compare the guide curve and unbalanced height values together, Graphic 2 was presented.

2.11. Derivation Of The Site Index Curves

Graphic 3 was presented in order to show the change of rational relationship over age between the site index and a parallel line was drawn at 16.89 meters on the site index axis. Then, marking the height values of guide curve at 5 years of age steps on the line, the dots were combined with origin respectively.

Derivation of site index curves, and height values of the curves at five years of age intervals were calculated by substitution of the index meters in the equation 7 respectively. Height values of the site index curves beginning from 10 to 25 meters were compiled in Table 4. Developmental trends of the curves over age were also shown in Graphic 4.

2.2. Site Class Definition

Site index prediction with a meter interval is accepted an intensive work compare to Turkey circumstances, and therefore, it is satisfied with site classes in practice. Regarding the forestry intensity in the country, and the distribution of research material, five site calasses were defined and classified as it was Table 5. The boundaries of classes were also plotted on Graphic 3.

In order to estimate of the classe of a given site can be made by two ways. In the first case which can be called as rough estimation, the average heights and age measured on 3 to 5 trees on the plot are calculated first. And than, a strait line plotted upward from the appropriate point of height to the lines of age on Graphic 3 will show the site classe directly.

The second way which can be called as precise estimation of site classe is applied with the help of Table 3. The appropriate $tg\alpha$ values for the age is selected for this purpose first. Multipliyng these values by the height observed on the plot, the site index is determined, and than, using Table 5, site classe is defined.

3. CONCLUSION AND PROPOSALS

Anamorphic site index curves were constructed with a new approach. In this study, evaluating the basic principles of anamorphic method in different way a new procedure for derivation of the site index curves was presented.

The new approach was applied to present a new site index table for shoot originated beech stands. It is possible to use the results of study in the managed, even-aged, one stored, shoot originated, pure or mixed beech dominated stands. The origin of stands should be investigated carefully before applying the site index table. And the results should never be used in the seed originated stands.

KAYNAKLAR

- AKALP, T.: 1978 a. *Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis LK. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. I.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 2483 / 261, 145 sahife.*
- AKALP, T.: 1978 b. *Anamorfik ve Polimorfik Yöntemlerle Bulunmuş Bonitet Eğrilerinin Karşılaştırılması. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı w1, S. 213-232.*
- ALEMDAĞ, Ş.: 1962. *Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayını No: 11, 160 sahife.*
- ALEMDAĞ, Ş.: 1967. *Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayını No: 20, 160 sahife.*
- ALEMDAĞ, Ş.: 1985. *Bonitet Endeksi Denklemlerinin Kuruluşunda Gövde Analizlerine Dayanan Bir Metod. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, S. 132-142.*
- ARVANİTİS, L.G., J. LINDQUIST, M. PALLEY: 1964. *Site Index Curves for Evenaged Young Growth Ponderosa Pine of The West Side Sierra Nevada. California Agricultural Experiment Station, 8 p.*
- ASAN, Ü.: 1984. *Kazdağı Gökarnı (Abies equi-trojani Aschers. et Sinten) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar. I.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 3205 / 365, 207 sahife.*
- ASAN, Ü.: 1985. *Artvin Yöresi'ndeki Gökarnı (Abies nordmanniana Spach.) Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, S.*
- ASAN Ü.: 1988. *Batı ve Orta Karadeniz Yöresindeki Doğu Kayını Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı , S. 106-124*
- BULL, H.: 1931. *The Use of Polymorphic Curves in Determining Site Quality in Young Pine Plantation Journal of Agriculture, Vol. 43, Nr. 1, pp. 1-27.*
- COCHRAN, P.H.: 1979. *Site Index And Height Growth Curves For Managed. Evenaged Stands of White or Grand Fir East of Cascades in Oregon And Washington. Pasific Northwest Forest And Range Experiment Station, PNW-252 16 p.*

- COCHRAN, P.H.: 1985. *Site Index, Height Growth, Normal Yields, And Stocking Levels For Larch in Oregon And Washington. Pasific Northwest Forest And Range Experiment Station. PNW-424, 23 p.*
- CURTIS, R.O., D.J. DeMARS, F.R. HERMAN: 1974. *Which Dependent Variable in Site Index-Height Age Regressions. Pasific Northwest Forest And Range Experiment Station. PNW-251, 16 P.*
- DAHMS, W.G.: 1975. *Yield of Central Oregon Lodgepole Pine. Management of Lodgepole Pine Symposium Proceedings, PP. 208-232.*
- DAVIS, L.S.; K.N. JOHNSON: 1987. *Forest Management. McGraw-Hill Book Company, 780 p.*
- DEMİR, B.: 1988. *Tohum ve Sürgün Kökenli Kayın Meşcerelerinde Boylanma Eğrilerinin Karşılaştırılması. Bitirme Tezi 12 Sahife. Basılmamıştır.*
- DOLPH, K.K.: 1983. *Site Index Curves for Young Growth Incense Cedar of The West Side Sierra Nevada. Pasific Southwest Forest And Range Experiment Station. p. 8.*
- ERASLAN, İ.: 1954. *Demirköy İlçesi Meşe Ormanlarında Bonitet Araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1-2, S. 74-84.*
- ERASLAN, İ.: 1959. *Anamorfik Bonitet Endeksi Eğrileri Metodu İle Bulunan Neticelerin Tahkiki ve Tashih Hakkında Bir Araştırma. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1 141-70.*
- GÜNEL, H.A.: 1981. *Meşcere Verim Gücünün Tayininde Kullanılan Anamorfik Eğriler Yönteminin İyileştirilmesi Olanğı. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, 11-117*
- KALIPSIZ, A.: 1962. *Doğu Kayınında Artım ve Büyüme Araştırmaları. Orman Genel Müdürlüğü Yayını No: 3339/7, 112 sahife.*
- KALIPSIZ, A.: 1963. *Türkiye'deki (pinus nigra Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayını No. 349/8, 141 sahife.*
- KALIPSIZ, A.: 1982. *Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 3052/323, 349 sahife.*
- O.G.M.: 1980. *Türkiye Orman Envanteri. No: 13/630, 127 sahife.*
- SARAÇOĞLU, Ö.: 1988. *Karadeniz Yöresi Göknar Ormanlarında Artım ve Büyüme. O.G.M. Yayınları 312 sahife.*
- SPURR, S.H.: 1952. *Forest Inventory. The Ronald Press Co. N.Y., 476 sahife.*