

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

44

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1994

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



MEŞCERE SIKLIĞININ SAPTANMASINDA BAŞVURULAN YÖNTEMLER VE DOĞAL KIZILÇAM MEŞCERELERİNDE SIKLIK DERECESİNİN ÖLÇÜMÜ

Y.Doç.Dr. Ahmet YEŞİL¹⁾

Kısa Özet

Bu çalışmada meşcere sıklığının saptanmasında kullanılan çeşitli yöntemler özet olarak tanıtılmıştır. Meşcere gelişimi ve hasılatının ortaya konulmasında sıklık; yaş ve bonitet ile birlikte üçüncü bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır. Doğal Kızılçam meşcerelerinden seçilen 118 adet geçici örnek alana ait veriler yardımıyla sıklık dereceleri saptanmış ve bir sıklık tablosu oluşturulmuştur.

1. GİRİŞ

Çeşitli ağaç türlerinden meydana gelen saf veya karışık aynıyaşlı meşcerelerin yapıları ve gelişmeleri, yaş ve bonitet ile olduğu kadar meşcere sıklığı ile de yakından ilgilidir. Yetiştirme ortamının verim gücünü ifade eden bonitet ile birim alandaki ağaç miktarını gösteren meşcere sıklığı o meşcerein ne kadar ağaç serveti meydana getirebileceğini ve bu servetin hangi kalitede olacağı hakkında orman işletmecilerine bir fikir vermektedir. Diğer bir anlatımla, bir meşcereye meydana gelen büyüme ve hasılat, büyük ölçüde üç faktör tarafından belirlenmektedir. :

- 1- Yetiştirme ortamının verim gücü,
- 2- Meşceredeki mevcut ağaç servetinin miktarı,
- 3- Ağaç türü ve kompozisyonu.

Meşcerelerin birim alanındaki ağaç miktarı meşcere sıklığı ve stok oranı deyimleri ile ifade edilmekte ve sayısal olarak belirlenebilmektedir. Meşcere sıklığı ve stok oranı deyimleri zaman zaman birbirlerinin yerine kullanılabilir ve bazı anlam karışıklıklarına neden olabilmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla burada ilgili terimlere ait kısa açıklamaların yapılması yararlı görülmüştür.

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

Meşcere Sıklığı : Hektardaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim değerleri gibi bir meşcerenin kantitatif ölçüleridir. Alandaki mevcut ağaç gövdelerinin kalabalıklık derecesini göstermektedir (BICKFORD et al. 1957, s. 99; CLUTTER et al. 1983, s. 64; GINGRICH 1967, s. 38).

Stok Oranı :Mevcut meşcere sıklığının idare ve işletme amaçlarını karşılayabilme yeterliliği olarak tanımlanmaktadır. Ölçülen meşcere sıklığının standart kabul edilen bir değere oranlanması şeklinde saptanabilmektedir.

Bu iki terim arasındaki farkı şu şekilde açıklamak mümkündür. Herhangi bir meşceredeki ağaç servetini saptamak isteyen iki ormancı "meşcere sıklığı" için aynı değeri elde edebilmelidir. Ancak bu ormancılardan biri yapacak odun üretmeyi, diğeri ise kağıtlık odun üretmeyi planlıyorsa bunların saptayacakları "stok oranı" birbirinden ayrıcalık gösterecek ve farklı stok oranları saptayacaklardır. Bir başka örnek olarak hektarda 55 m²'lik göğüs yüzeyi, standart kabul edilen sıklığa bağlı olarak aşırı stok veya düşük stok olarak sınıflandırılabilir. Aralarındaki bu farklara rağmen meşcere sıklığı ve stok oranı terimleri çok sık olarak birbiriyle aynı anlamda kullanılmaktadır (CLUTTER et al. 1983, s. 64).

Ormancılar sıklık ölçülerini iki amacı gerçekleştirmek için kullanmaktadırlar. Bunlardan birincisi, meşcerenin gelecekteki gelişme ve hasılatını saptayabilmek için belirli hasılat modellerinin kurulmasında; bir başka anlatımla değişik sıklıktaki meşcerelere ilişkin hasılat tablolarının hazırlanmasında kullanılmasıdır. İkincisi ise mevcut meşcerenin, idare ve işletme amaçlarını saptanan kritere göre karşılayabilmede yeterli olup olmadığına karar verilirken yararlanılmasıdır. Meşcere sıklık ölçüleri birinci amacı, stok oranı ise ikinci amacı gerçekleştirmek üzere geliştirilmiştir.

Sıklığın saptanmasında kullanılan yöntemlere geçmeden önce sıklık ile meşcere gelişimi arasındaki ilişkilerin açıklanması yararlı olacaktır.

2. SIKLIK-BÜYÜME İLİŞKİLERİ

Bir meşcere içindeki ağacın sahip olduğu büyüme alanı ne kadar fazla olursa, bu ağacın gelişmesi de aynı oranda fazla olacaktır. Buradan hareketle ormancılar, aralamalar ve diğer silvikültürel önlemlerle meşcerelere müdahale ederek idare sürelerini uzatıp kısaltabilmektedirler (BICKFORD et al. 1957, s. 100). Büyüme ve hasılat üzerindeki önemli etkisi nedeniyle, sıklık ile boy, çap ve hacim gelişmesi arasındaki ilişkiler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.1. Sıklık-Boy İlişkisi

Aynıyaşlı meşcerelerde ağaçların yaşları birbirine yakın olmasına rağmen boy ve çap bakımından birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Sık meşcerelerde ağaçlar yaşayabilmek ve yaşam mücadelesine yenik düşmemek için gelişme güçlerini boylanmaya harcamaktadırlar (KALIPSIZ 1988, s. 109-114; MITSCHERLICH 1970, s. 61-68). Üretim olanaklarının sık meşcerede çok sayıda birey tarafından kullanılacağı için ağaçların gelişme güçleri azalmaktadır. Meşcere boy değeri karşılaştırıldığında, seyrek meşcere boy değerleri oransal olarak sık meşcere boy değerine göre daha uzun olduğu görülmektedir. Doğal Kızılcım meşcerelerinin değişik sıklık derecelerindeki boy değerlerinin yaşa göre gelişimi incelendiğinde de benzer bir sonucun ortaya çıktığı görülecektir (ASSMANN 1961, s. 46-47; YEŞİL 1992, s. 57-59).

Aralama müdahaleleriyle ilgili olarak yapılan araştırma sonuçları, aralama yöntemine bağlı olmak koşuluyla sıklığın meşcere orta boyunu etkilediğini ortaya koymaktadır. Rekabetten daha az etkilenen hakim ve yarı hakim ağaçların oluşturduğu meşcere üst boyu sıklıktan etkilenmemiş gibi görünmektedir (CLUTTER et al. 1983, s. 65).

Dikim aralıklarının boy büyümesi üzerine etkisini inceleyen ve çeşitli araştırma sonuçlarına dayanan BOYDAK (1982), bu konuda birbiriyle çelişen sonuçların bulunduğunu ifade etmekte-

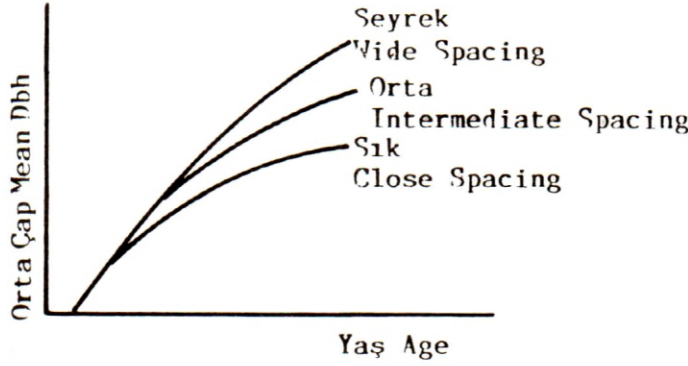
dir. Kimi araştırma sonuçlarına göre dikim aralıkları boy büyümesini etkilemekte ve artırmaktadır. Ancak, diğer bazı araştırmalara göre ise boy büyümesi dikim aralıklarından etkilenmemektedir. Özet olarak dikim aralıklarının boy büyümesi üzerine olan etkilerini genelleştirirken dikkatli davranmakta yarar vardır.

2.2. Sıklık-Çap İlişkisi

Aynıyaşlı meşcerelerde iyi bonitet sınıflarında ortamın verim gücünün yüksek olmasının etkisiyle ağaç sayısı daha az, meşcere orta çapı da daha büyük olmaktadır. Meşcere orta çapının gelişiminde bonitetin yanısıra sıklığın da etkisi bulunmaktadır. Aralama müdahalelerinin ve dikim aralıklarının çap gelişimi üzerine yaptığı etkilerin incelendiği araştırmalarda, sıklığın azalmasıyla meşcere orta çapının arttığı görülmektedir. Bu durum sık meşcerelerde rekabet yüzünden zayıf düşen bireylerin gelişimlerinin yavaşlamasıyla açıklanmaktadır (CLUTTER et.al. 1983, s. 66; KALIPSIZ 1988, s. 125).

Geniş dikim aralıkları kullanılarak yapılan ağaçlandırmalar ile sık dikim aralıklı ağaçlandırmalar karşılaştırıldığında; geniş dikim aralıklı meşcerelerin orta çapı daha büyük olarak saptanmıştır. Yapılan hemen hemen bütün araştırma sonuçları bunu doğrulamaktadır (BOYDAK 1982, s. 14-16; KALIPSIZ 1988, s. 123-126).

Sonuç olarak, aynıyaşlı meşcerelerde en fazla çap artımı elde edebilmek için düşük sıklık derecelerine ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak, bu düşük sıklık derecesinin de bir sınırı vardır ve bunun ayrıca saptanması gerekmektedir. Bir başka anlatımla sıklık derecesini düşürdükçe çap gelişimi artmaktadır. Ancak, herhangi bir yaşta sıklık azaltılmasına rağmen çap artımının değişmediği bir sınır değeri vardır. Bu sınırın altındaki ağaçlara serbest büyüyen ağaç denilmektedir. Meşcere çap gelişimi üzerinde, sıklığın etkisi aşağıdaki şekilde görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1 : Sıklığın meşcere orta çapı üzerindeki etkisi (CLUTTER et al. 1983, s. 66).

Figure 1 : Effect of density level on mean dbh.

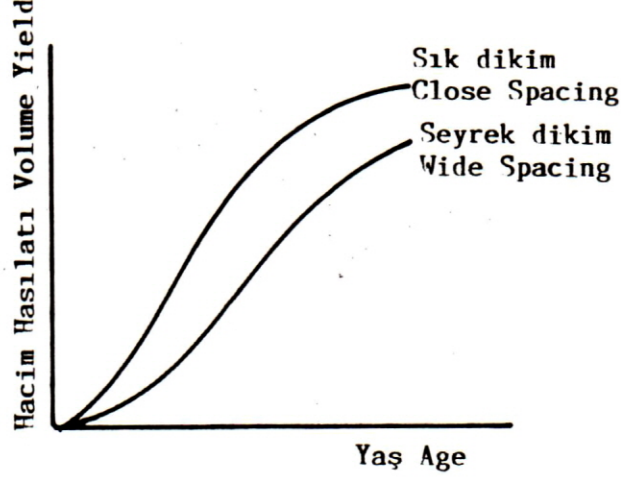
2.3. Sıklık-Hacim İlişkisi

Aynıyaşlı saf meşcerelerde bireylerin büyüüp gelişmesiyle hacimleri de artmaktadır. Bu meşcerelerin hacim gelişme eğilimleri üzerinde sıklık derecesi ve bonitetin etkisi bugüne kadar yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır (KALIPSIZ 1988, s. 131-141; KRAMER 1958, s. 89-94).

Seyrek meşcerelerin hacimleri, ağaçların yetişme ortamını tam olarak kullanamadıklarından normalin altında bulunmaktadır. Meşcerelerin çok sık olması halinde ise beslenme yetersizliği ve yaşam mücadelesi yüzünden odun üretimi azalabilmektedir. En fazla odun üretimini gerçekle-

tiren ve optimum sıklık olarak adlandırılan bir sıklık derecesi bulunmaktadır (ASSMANN 1961, s. 227-230, KALIPSIZ 1988, s. 131-141).

Dikim aralıklarıyla ilgili yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, genel hacmin dikim aralıklarının artmasıyla azaldığını (Şekil 2) göstermektedir (BOYDAK 1982, s. 18).



Şekil 2 : Dikim aralıklarının hacim gelişimi üzerine etkisi (CLUTTER et al.).
Figure 2 : Stand density effects on volume yield.

3. MEŞCERE SIKLIĞININ SAPTANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Meşcere sıklık ölçülerinden bazıları doğrudan toplanan veriler yardımıyla hesaplanabilmektedir. Ancak bazıları ise önceden saptanmış bulunan standart bir değere bağlı bulunmaktadır. Meşcere gelişiminin ve hasılatının belirlenmesi için meşcere sıklığının saptanmasında kullanılan ölçüler :

- 1- Kolay ve objektif olarak ölçülebilir olmalı,
- 2- Biyolojik olarak anlamlı olmalı,
- 3- Meşcere gelişimi ve hasılat ile arasında sıkı bir ilişki bulunmalıdır. Burada meşcere sıklığının saptanmasında çok yaygın olarak kullanılan yöntemler açıklanmaya çalışılmıştır.

3.1. Meşcere Sıklığının Saptanmasında Kullanılan Dolaysız Ölçü Yöntemleri

3.1.1. Ağaç Sayısı

Aynıyaşlı müdahale görmemiş meşcerelerin belirli bir yaş ve bonitet sınıfında hektardaki ağaç sayısı yararlı bir sıklık ölçüsü olarak kullanılabilir. Ağaç sayısı ölçümü kolay ve objektif olmasına karşın tepe çaplarının ve göğüs çapı dağılımlarının geniş bir aralıkta bulunmasından dolayı yalnız başına anlamlı bir sıklık ölçüsü değildir. Örneğin, 20 cm. orta çapında hektardaki ağaç sayısı 150 olan bir meşcere ile 40 cm. orta çapında hektardaki ağaç sayısı yine 150 olan bir meşcere arasındaki bu büyük farklılık nedeniyle ağaç sayısı, yalnız başına sıklık ölçüsü olarak tercih edilmemektedir. Dikim yoluyla elde edilen meşcereler ile ilgili yapılan hasılat araştırmalarında, dikim anındaki hektardaki ağaç sayıları kullanılmaktadır (BICKFORD et al. 1957, s. 101; DAVIS ve JOHNSON 1987, s. 80; LOETSCH et al. 1973, s. 226).

3.12. Göğüs Yüzeyi

Ormancılar tarafından geliştirilen göğüs yüzeyi, ölçülmesinin kolaylığı ve objektifliği yüzünden, meşcere sıklığının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yaş ve bonitet verilmedikçe yalnızca göğüs yüzeyi de bir anlam taşımamaktadır. Örneğin, 30 m² göğüs yüzeyi 25 yaşındaki bir meşcere için çok sık, 100 yaşındaki bir meşcere için çok seyrek. Hektardaki göğüs yüzeyi ve hektardaki ağaç sayısı birlikte değerlendirildiğinde, ortalama ağaç boyutunu belirlediği için, yalnızca ağaç sayısının sıklık ölçüsü olarak kullanılmasına göre daha iyi sonuç vermektedir (CLUTTER et al. 1983, s. 71).

3.13. Meşcere Hacmi

Meşcere sıklığının saptanmasında hacim, oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Meşcere hacmi sıklık ölçüleri içindeki en ideal kriterlerden biri olmasına rağmen kolay ve objektif olarak ölçülmesi zordur. Hacim değeri, ağaç sayısı ve orta çap ile beraber kullanıldığında daha anlamlı sonuç vermektedir.

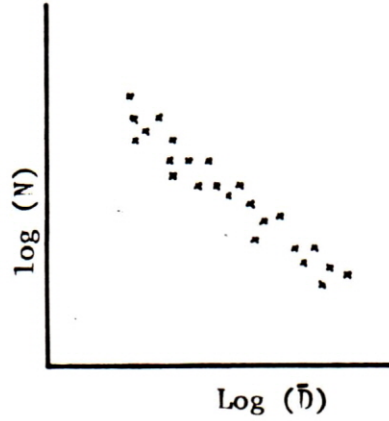
3.14. Kapalılık Derecesi

Ağaç tepelerinin toprağı örtme derecesi olarak tanımlanmaktadır. Tepe kapalılığı meşcere sıklığından çok, ağaçlar tarafından işgal edilen alan hakkında bilgi vermektedir. Ağaçların tepe izdüşümlerinin ölçülüp, arazi yüzeyine oranlanması ile bulunmakta ve ondalık sayılarla ifade edilmektedir. Hava fotoğrafları yardımıyla da, kapalılık derecesi kolay ve objektif olarak saptanabilmektedir. Tepe kapalılığı genç ve gölgeye dayanıklı meşcerelerde yüksek bulunmasına rağmen, meşcere hacmi düşük bulunabilmekte, bu yüzden kapalılık derecesi meşcere hacmi hakkında sağlıklı bir fikir vermemektedir (KALIPSIZ 1984, s. 275; LOETSCH et al. 1973, s. 224).

3.2. Meşcere Sıklığının Saptanmasında Kullanılan Dolaylı Ölçme Yöntemleri

3.2.1. Meşcere Sıklık Göstergesi

Meşcere Sıklık Göstergesi (MSG) hektardaki ağaç sayısı ve meşcere orta çapı arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Aynıyaşlı ve normal sıklıktaki meşcerelerin orta çapı ile ağaç sayısı arasındaki ilişki logaritma taksimatlı grafik üzerinde doğrusal olarak görülmektedir (Şekil 3).



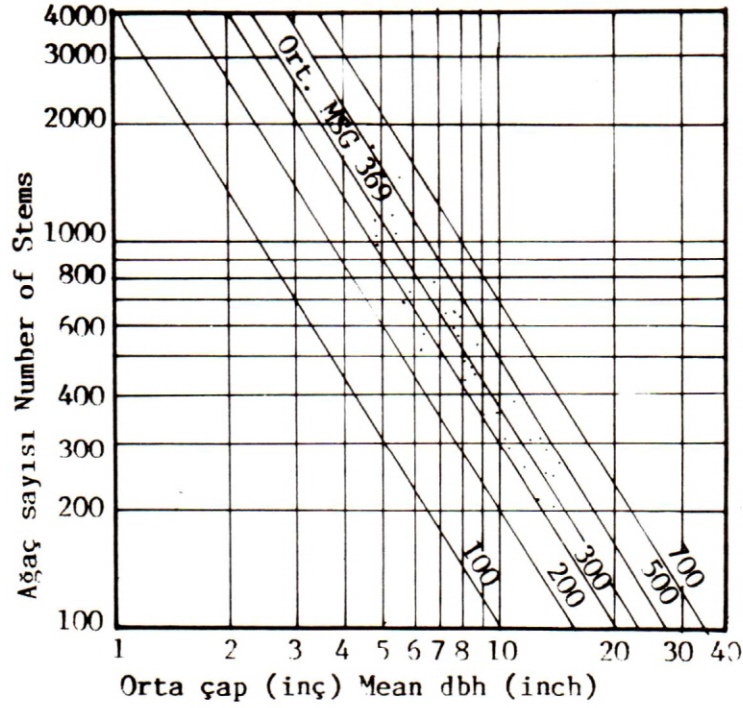
Şekil 3 : Aynıyaşlı, normal sıklıktaki bir meşcerede ağaç sayısı orta çap ilişkisi.

Figure 3 : The relationship between number of trees per hectare and mean dbh in fully stocked even-aged stands.

MSG standart bir orta çap için o meşcerenin hektardaki ağaç sayısı olarak düzenlenmektedir (Şekil 4). Bu diyagramın hazırlanabilmesi için (n) sayıda normal sıklıktaki meşcerelerden alınacak örnek alanlara ait meşcere orta çapı (D) ve hektardaki ağaç sayısına (N) ihtiyaç bulunmaktadır. Örnek alan verileri yardımıyla;

$$\log (N) = \log a + b \log (D) \quad (1)$$

şeklindeki matematik modelin a ve b katsayıları hesaplanmaktadır.



Şekil 4 : Meşcere sıklık diyagramı (HUSCH'a göre KALIPSIZ 1984, s. 276'dan).
Figure 4 : Stand density index chart.

Bu doğru bütün örnek alanların ortalama sıklığını göstermektedir. Standart bir orta çaptan (10 inç) çıkılacak dikmelerle 100, 200, 300, 1000, gibi ağaç sayılarını kestiği noktalardan kılavuz doğruya paralel doğrular çizilir ve böylece diyagram elde edilmiş olur. Bir meşcerenin sıklık göstergesi, o meşcere için ölçülen ağaç sayısı (N) ve orta çapı (D) yardımıyla diyagramdan alınır veya aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır :

$$MSG = N (10/D)^b \quad (2)$$

MSG ile yaş ve bonitet arasında kuvvetli bir ilişki mevcut değildir. Yani benzer yetişme ortamlarındaki aynı yaşlı meşcerelerin, ağaç sayıları ve meşcere orta çapları farklı olabilir. Bu özelliğinden dolayı, meşcere sıklık göstergesi hasılat tablolarının hazırlanmasında önemli bir değişken

olarak kullanılmaktadır (CLUTTER et al. 1983, s. 72-75; DAVIS-JOHNSON 1987, s. 81-84; HUSCH et al. 1982, s. 329; HUSCH 1963, s. 204-206; KALIPSIZ 1984, s. 276).

3.22. Ağaç Alanı Oranı

Meşcere yaşı ve yetiştirme ortamı verimliliğinden etkilenmeyen hem aynı yaşlı hem de değişik yaşlı ormanlar için önerilen Ağaç Alanı Oranı (AAO), sıklığın saptanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hektardaki ağaç sayısı (N) ve bu ağaçların göğüs çaplarına (d) bağlı olarak aşağıdaki denklem yardımıyla ifade edilebilmektedir.

$$AAO = aN + b\sum d + c\sum d^2 \quad (3)$$

AAO = Ağaç alanı oranı

a, b, c = katsayılar

d = çap

Örnek alanlardan elde edilen veriler yardımıyla denklem katsayıları en küçük kareler yöntemiyle hesaplanır. Eğer örnek alanlar normal sıklıkta, değişik yaş ve bonitet sınıflarından alınırsa çok kullanışlı bir sıklık ölçüsü elde edilebilir (CLUTTER et al. 1983, s. 75-77; CURTIS 1970, s. 406; GINGRICH 1967, s. 38-40; HUSCH et al. 1982, s. 330-332; KALIPSIZ 1984, s. 276).

3.23. Rekabet Faktörü

Hem aynı yaşlı ve hem de değişik yaşlı meşcerelerin sıklığının saptanmasında kullanılabilir. Rekabet faktörü (RF) açıkta veya serbest büyüyen ağacın tepe çapı (TD) ve göğüs çapı (D) arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Bunu aşağıdaki formül ile ifade etmek mümkündür :

$$TD_i = a + bD_i \quad (4)$$

Buradan tepe alanı (TA_i);

$$TA_i = (\pi/4) (TD_i)^2 \quad \text{veya} \quad TA = (\pi/4) (a+bD)^2 \quad (5)$$

şeklinde metre kare olarak saptandıktan sonra birim alanda ağaç başına ulaşılabilecek Maksimum Tepe Alanı (MTA);

$$MTA_i = (100/10000) ((\sum (a+bD_i))/4) \quad \text{veya}$$

$$MTA = 0.007854 (a+bD)^2 \quad (6)$$

şeklindeki denklemler yardımıyla hesaplanabilmektedir. Denklemlerde yer alan katsayılar serbest büyüyen ağaçların tepe çapları ve göğüs çapları yardımıyla saptanmaktadır. Daha sonra göğüs çapı ölçülen ağaçların her birisi için MTA değerleri hesaplanır. Hektar bazında hesaplanan MTA değerlerinin toplamı, yüzde olarak rekabet faktörünü vermektedir (CLUTTER et al. 1983, s. 77-79; HUSCH et al. 1982, s. 332-333).

$$RF = \left(\sum_{i=1}^N MTA_i \right) (100/10000) \quad (7)$$

Formüllerde yer alan,

D_i = i inci ağacın göğüs çapını,

N = ölçülen meşcerenin bir hektarındaki ağaç sayısını göstermektedir.

3.24. Dikim Aralığı Göstergesi

İlk defa ağaçlandırmalar için ortaya atılan Dikim Aralığı Göstergesi (DAG) ağaçlar arasındaki ortalama uzaklık ile hakim ağaçların ortalama boyları arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.

$$DAG = Ou/H \quad (8)$$

şeklinde ifade edilen dikim aralığı göstergesinin denkleminde yer alan O_u , ağaçlar arasındaki ortalama uzaklığı ve H , hakim ağaçların ortalama boyunu göstermektedir. Eğer kare dikim yapılmışsa DAG şu şekilde ifade edilebilmektedir :

$$DAG = (\sqrt{10000}/N)/H \quad (9)$$

Denklemdaki N , hektardaki ağaç sayısını göstermektedir (CLUTTER et al. 1983, s. 79-81).

3.25. Relatif Sıklık

DFSIM (Douglas-Fir Stand Growth Simulator) isimli simülasyon programında kullanılan bir sıklık ölçüsüdür. Hektardaki göğüs yüzeyi (G) ile göğüs yüzeyi orta ağacının çapı (dg) arasındaki ilişki yardımıyla saptanmakta ve aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir :

$$RS = G / \sqrt{dg} \quad (10)$$

Denklemdaki parametreler ise;

$$g = \sum g_i / N, \quad dg = 2 \sqrt{g/\pi} \quad \text{veya} \quad dg = \sqrt{(1/n)} \sum d_i^2$$

şeklinde saptanmaktadır. Relatif sıklık Pasifik Bölgesindeki Douglas Gökmarından oluşan ormanlarda sıklık ölçüsü olarak kullanım alanı bulmuştur (DAVIS ve JOHNSON 1987, s. 81).

Çoğu ormancılık amaçları için meşcerede ölçülen hacimler, o kriter için normal kabul edilen ve hasılat tablolarında belirli yaş ve bonitet için verilen standart bir değere oranlanması da relatif sıklık olarak ifade edilmektedir. Göğüs yüzeyleri de aynı şekilde oranlanmak suretiyle relatif sıklık saptanabilmektedir (HUSCH et al. 1982, s. 328-329).

Bundan başka, meşcere sıklık göstergesine benzeyen fakat aynı zamanda, meşcere hacim gelişimi üzerinde ağaçların boy ve çaplarının etkisini de dikkate alan ve adına Relatif Meşcere Sıklığı (RMS) denilen bir sıklık ölçüsü geliştirilmiştir. Bu sıklık ölçüsü, yetiştirme ortamı verimliliğinden bağımsız olarak, göğüs yüzeyi orta ağacının maksimum hacmi ile hektardaki ağaç sayısı arasındaki tutarlı ilişkinin saptanmasına dayanmaktadır. Saptanan bu ilişki maksimum sıklığı ifade etmektedir. Buradan herhangi bir meşcerenin relatif meşcere sıklığını saptamak için, meşcere orta ağacının hacmi ile hektardaki ağaç sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Daha sonra aşağıdaki denklem yardımıyla relatif meşcere sıklığı saptanmaktadır (DAVIS ve JOHNSON 1987, s. 84-86). Denklemden yer alan

$$RMS = S_0 / S_m \quad (11)$$

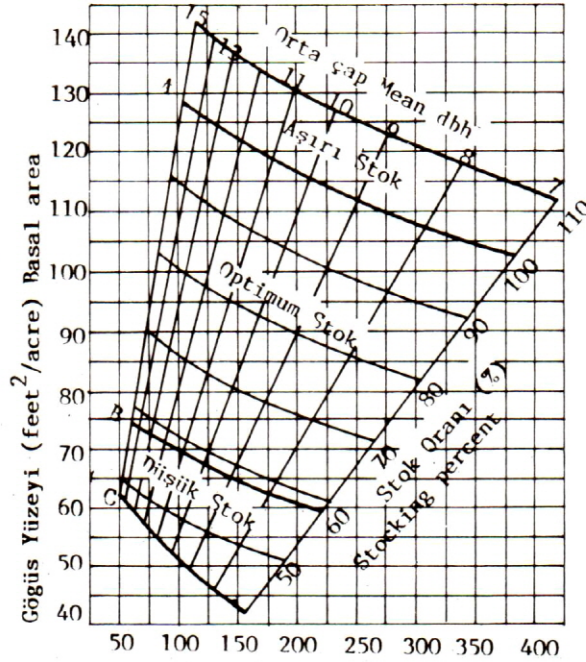
Sö konu meşcerenin sıklığını; S_m ise önceden saptanan maksimum meşcere sıklığını ifade etmektedir.

3.26 Meşcere Stok Oranı

Hektardaki göğüs yüzeyi, ağaç sayısı ve meşcere orta çapına bağlı olarak hazırlanan diyagramlardan alınmaktadır (Şekil 5). Bu diyagramın hazırlanmasında daha önceki kısımlarda açıklanan meşcere sıklık göstergelerinin bazılarında yararlanılmaktadır. Diyagramdaki optimum sıklığın saptanmasında normal sıklıktaki meşcerelerden elde edilen veriler, ağaç alanı oranı (bkz. 3.22) denklemi kullanılarak belirlenmektedir. Şekil 5'deki % 100'lük stok oranını gösteren A hattı, serbest büyüyen ağaçlardan elde edilen verilerin rekabet faktörüne (bkz. 3.23) ait denklemlerde kullanılmasıyla çizilmektedir. Diyagramdaki B hattı ise optimum stok oranının alt sınırını göstermektedir (GINGRICH 1964, s. 198-201; GINGRICH 1967, s. 38-53; HUSCH et al. 1982, s. 334-335; KALIPSIZ 1984, s. 277).

3.3. Nokta Sıklığının Saptanması

Buraya kadar anlatılan sıklık ölçüleri genel olarak bir meşcerenin ortalama sıklığını ortaya koymaktadır. Bunlardan başka meşcerelerdeki ağaçlar arası rekabetin derecesini ortaya koyan ve nokta sıklığı olarak belirtilen yöntemler de geliştirilmiştir. Açı toplama yöntemi bunlardan biridir ve açı sayım yönteminin temel esasları kullanılmaktadır. Ayrıca yarışma endeksi de nokta sıklığının saptanmasında kullanılmaktadır (CLUTTER et al. 1983, s. 81-83; HUSCH et al. 1982, s. 333-334).



Şekil 5 : Stok oranının saptanmasında kullanılan diyagram (KALIPSIZ 1984'ten).

Figure 5 : Relation of G, N, and average tree diameter to stocking percent.

3.1. Yarışma Endeksi

Yarışma Endeksi (YE) konu ağaç ile ona komşu olan yarışmacı ağaçların etki zonları arasında (Şekil 6) kalan ortak alanların toplamları olarak hesaplanmaktadır (AKALP 1983; s. 8-13; CLUTTER et al. 1983, s. 82-83). YE aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir.

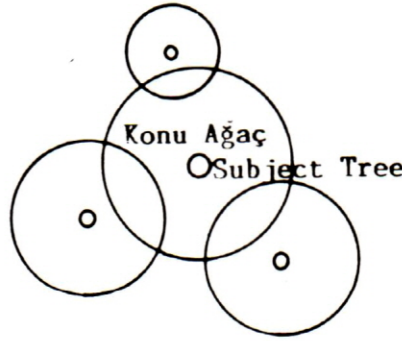
$$YE_i = (1 / A) \sum_{j=1}^n a_j \quad (12)$$

YE_i = Yarışma Endeksi

A_j = Konu ağacın etki zonu

a_j = j inci yarışmacı ağacın, konu ağaçla kesiştiği alan

n = yarışmacı ağaç sayısı



Şekil 6 : Nokta sıklığının belirlenmesinde kullanılan konu ve yarışmacı ağaçların kesişme zonlarının gösterilmesi.

Figure 6 : The competition zone overlap used in point density measures.

Doğal Kızılcım meşcerelerinin sıklığının belirlenmesi amacıyla yukarıda kısaca açıklanan yöntemler incelenmiş; ağaç sayısı-orta çap ilişkisi ile göğüs yüzeyini dikkate alan ve ASAN (1989) tarafından önerilen yöntem seçilmiştir. Bu yöntemin seçiminde etkili olan kısıtlayıcı faktör ise, Orman Genel Müdürlüğü arşivlerinden elde edilen verilerde, sıklığın saptanmasına yönelik sıhhatli ölçülerin bulunmamasıdır.

4. ARAŞTIRMA MATERYALİNİN TOPLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Meşcere sıklık derecesinin saptanması amacıyla alınan 319 adet geçici örnek alan verilerinden 118'inden yararlanılmıştır. Bu çalışmada kolay ve objektif olarak ölçülebilen, biyolojik olarak anlamlı olan, meşcere gelişimi ve hasılat ile arasında sıkı bir korelasyon bulunan ve aynı zamanda yaş ve bonitet ile arasında yüksek korelasyon bulunmayan orta çap-ağaç sayısı ilişkisi esas alınmıştır. Ölçülen örnek alanların değişik sıklık derecelerine sahip olması nedeniyle ortaçap-ağaç sayısı ilişkisinin saptanmasında bu örnek alanların tamamı kullanılmamıştır. Ortaçap-ağaç sayısı ilişkisinin ortaya konulmasında yararlanılan örnek alanların seçiminde aşağıdaki yol izlenmiştir :

a- Örnek alanlar orta çapları ve ağaç sayıları itibariyle en büyükten en küçüğe doğru 4'er cm.lik çap basamaklarına dağıtılmıştır.

b- Her çap basamağında ölçülen en fazla ağaç sayısı ve o basamaktaki toplam örnek alan sayısı dikkate alınarak 118 örnek alan seçilmiştir.

c- Çap basamaklarına dağıtılan en fazla ağaç sayısına sahip örnek alanlardan başlamak suretiyle örnek alanların % 30'u belirlenmiştir. 118 adet örnek alana karşılık gelen bu % 30'luk kısım % 71-100'lük tepe kapallığına sahip meşcereleri ifade etmektedir. Yani burada tam kapallılığa sahip meşcerelerin seçilmesine dikkat edilmiştir. 4, 48 ve 52 cm. e ait çap basamaklarında az sayıda örnek alan bulunduğundan bu çap basamaklarından sırasıyla 1, 2 ve 2 adet örnek seçilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1 : Orta çap-ağaç sayısı ilişkisinin saptanmasında kullanılan örnek alanların çap basamaklarına dağılımı

Table 1 : The distribution of the sample plots used in determining the relation between mean dbh and number of trees into diameter classes

Çap Basamağı Diameter Classes	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	Toplam Total
Örnek sayısı Number of Sample	1	3	3	10	15	17	23	19	12	6	5	2	2	118
Toplam örnek alanı Total sample Plots	1	10	11	33	46	56	73	59	41	18	16	3	3	370

4.1 Sıklık Derecelerinin Saptanması

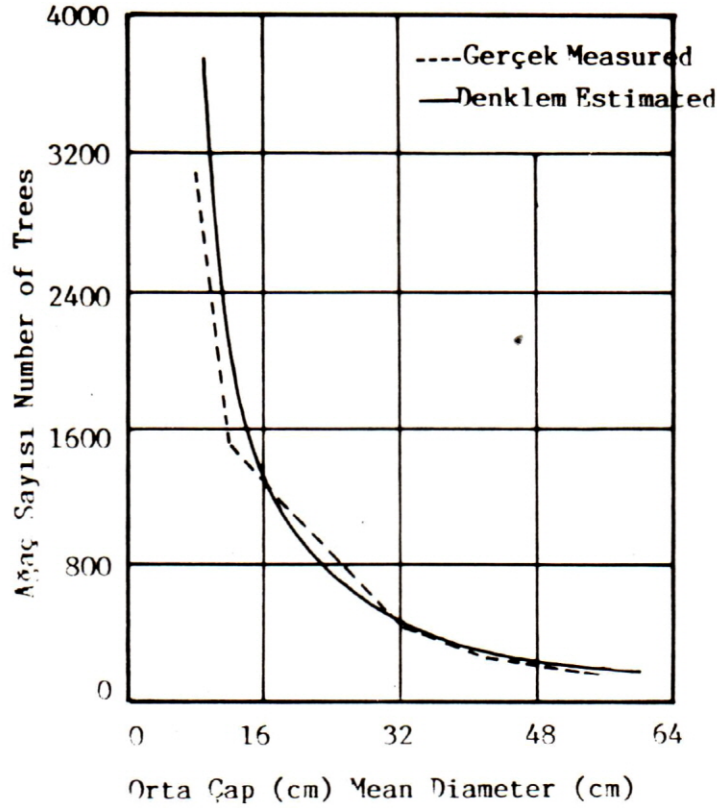
Seçilen 118 örnek alan normal sıklıkta kabul edilerek çeşitli yazarlar tarafından da önerilen ortaçap-ağaç sayısı ilişkisini ortaya koyan aşağıdaki denklemden yararlanılmıştır. (ASAN 1989, s. 13; AKALP 1978; s. 42-43; CLUTTER et al. 1983, s. 74; MEYER 1953, s. 197).

$$\log N = a + b \log D \quad (13)$$

Denklemden yer alan N = ağaç sayısını (adet/hektar), D = meşcere orta çapını (cm), a ve b = hesaplanacak denklem katsayılarını ve log = adi logaritmayı göstermektedir. Denklem katsayılarını hesaplamak için "Statgraphics" (1986) isimli bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Denklem katsayıları ve diğer istatistikler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} a &= 4.95664 & SE &= 0.0795198 \\ b &= 1.531715 & DF &= 1.0168 \\ r &= -0.95077 & r^2 &= 0.90 \end{aligned}$$

SE, standart hatayı; DF, düzeltme faktörünü, r, basit korelasyon katsayısını ve r^2 , belirtme katsayısını ifade etmektedir. 13 nolu denklem yardımıyla elde edilen ağaç sayılarıyla gerçek ağaç sayıları grafik olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 7).



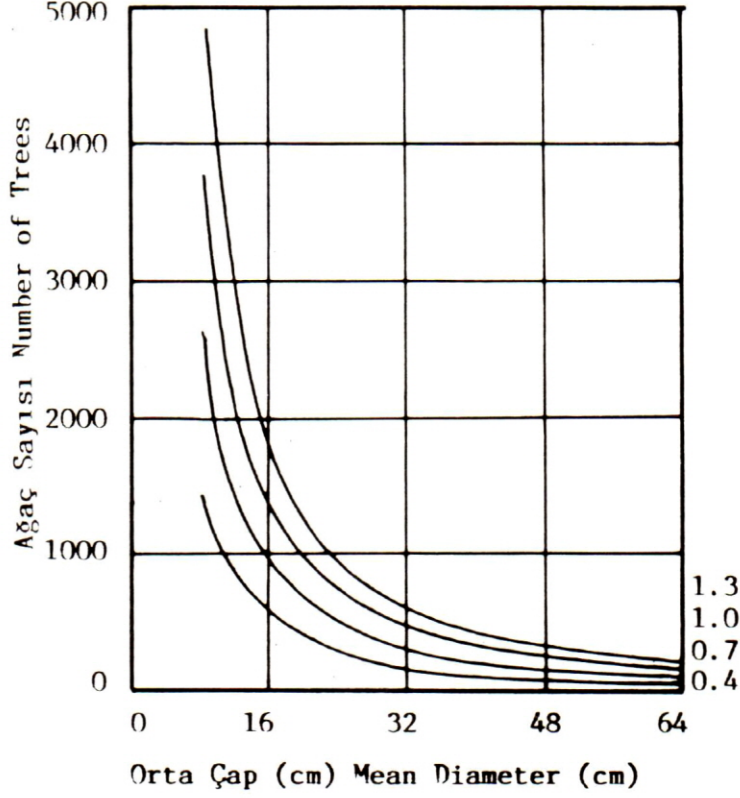
Şekil 7 : Gerçek ağaç sayıları ile denklemlerden elde edilen ağaç sayılarının karşılaştırılması.
Figure 7 : The comparison of the original number of stems and the number of stems from the function.

13 nolu denklem kullanılarak 4 cm. orta çaptan itibaren 60 cm. orta çapa kadar, bu çaplara karşılık gelen ağaç sayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu ağaç sayıları 1.0 sıklık derecesi olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, diğer sıklık derecelerindeki ağaç sayıları 1.0 sıklık derecesi olarak kabul edilen miktarların yüzde olarak oranları şeklinde hesaplanmıştır. Değişik sıklık derecelerindeki ağaç sayılarının orta çapa göre gelişimleri Şekil 8'de gösterilmiştir.

Normal meşcere göğüs yüzeyini belirlemek için 1 er cm.lik meşcere orta çapına göre hesaplanan göğüs yüzeyleri ve 13 nolu denklem ile elde edilen ağaç sayıları çarpılmış ve Tablo 2'de edilmiştir.

4.2. Tablonun Kullanılması

Örnek alanların sıklık dereceleri, her alan için daha önce hesaplanan orta çaplar ve göğüs yüzeyleri yardımıyla belirlenmiştir. Örnek alanlarda saptanan gerçek göğüs yüzeyleri Tablo 2'de verilen ilgili çap basamağındaki normal göğüs yüzeyine oranlanmak suretiyle saptanmıştır. Bu



Şekil 8 : Değişik sıklık derecelerindeki ağaç sayılarının meşcere orta çapına göre gelişimi.
Figure 8 : Developmental trend of number of stems according to the mean dbh.

yöntemle saptanan sıklık dereceleri 0.4 ile 1.3 arasında değişmektedir (YEŞİL 1992, S. 37-45; ZÖHRER 1980, s. 146).

Tablonun kullanımını bir örnek ile açıklamak için hektardaki göğüs yüzeyi 22.39 m² olan Adana, Osmaniye, Gençtepe Bölgesindeki 6 nolu örnek alan seçilmiştir. Örnek alanın göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ise 16 cm. olarak saptanmıştır. Tablo 2'de 16 cm.'lik orta çapa ait göğüs yüzeyi 26.01 m² olarak okunacaktır. Buradan o örnek alana ait sıklık derecesi;

$$SD = Gö / Gm = 22.39 / 26.01 = 0.86 = 0.9 \text{ olarak hesaplanacaktır.}$$

SD = sıklık derecesini, Gö = örnek alanın göğüs yüzeyini (ha) ve Gm = tabloda verilen göğüs yüzeyini ifade etmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buraya kadar meşcere sıklığının saptanmasında kullanılan çeşitli yöntemler kısaca açıklanmaya çalışılmış ve son olarak da bu yöntemlerden biri yardımıyla Kızılcım meşcerelerinin sıklığının nasıl belirlendiği, örneğiyle birlikte sunulmuştur. Meşcere hasılatının tahmininde ve analizinde, sıklıktan yaygın bir şekilde yararlanılmaktadır. Meşcere kuruluşu sırasında sıklığın kontrolü ve daha sonra yapılacak olan çeşitli silvikültürel müdahaleler ve aralamalar orman amenajmanının önemli bir safhasını oluşturmaktadır.

Tablo 2 : Hektardaki ağaç sayısı ve göğüs yüzeyinin meşcere orta çapına göre değişimi.**Table 2 :** The variation of number of trees per ha. and basal area per ha. according to mean dbh.

Çap Diameter (cm)	Ağaç sayısı Number of trees (Adet)	Göğüs Yüzeyi Basal area (m ² /ha)	Çap Diameter (cm)	Ağaç Sayısı Number of trees (Adet)	Göğüs Yüzeyi Basal area (m ² /ha)
5	7688	15.09	39	331	39.48
6	5815	16.43	40	318	39.95
7	4592	17.66	41	306	40.42
8	3743	18.80	42	295	40.87
9	3125	19.87	43	285	41.33
10	2659	20.87	44	275	41.78
11	2298	21.83	45	266	42.22
12	2011	22.73	46	257	42.65
13	1779	23.60	47	248	43.09
14	1588	24.44	48	241	43.51
15	1429	25.24	49	233	43.94
16	1294	26.01	50	226	44.35
17	1180	26.76	51	219	44.77
18	1080	27.49	52	213	45.17
19	995	28.19	53	207	45.58
20	920	28.88	54	201	45.98
21	853	29.55	55	195	46.38
22	795	30.20	56	190	46.77
23	742	30.83	57	185	47.16
24	696	31.45	58	180	47.55
25	653	32.06	59	175	47.93
26	615	32.65	60	171	48.31
27	581	33.24	61	167	48.68
28	549	33.81	62	163	49.05
29	521	34.37	63	159	49.42
30	494	34.92	64	155	49.79
31	470	35.46	65	151	50.15
32	448	35.99	66	148	50.51
33	427	36.51	67	144	50.87
34	408	37.02	68	141	51.22
35	390	37.53	69	138	51.57
36	374	38.03	70	135	51.92
37	358	38.52			
38	344	39.00			

Meşcere sıklık ölçülerinin hemen hepsinin dinamik bir yapıya sahip olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Meşcerenin hektardaki ağaç sayısı ve meşcere göğüs yüzeyi gibi dolaysız sıklık ölçüleri zamana bağlı olarak değişiklik gösterecektir. Ayrıca meşcere, hayatının belirli dönemleride böcek, fırtına, mantar ve yangın gibi afetlere maruz kalabilmekte ve stok oranlarında azalmalar meydana gelebilmektedir.

Türkiye'de asli ağaç türlerimizden meydana gelen ormanlara ait hasılat tabloları hazırlanırken bugüne kadar bağımsız değişken olarak yaş ve bonitet esas alınmıştır. Ancak ülkemizde müdahale görmemiş ormanların kalmaması nedeniyle, bundan sonra yapılacak yeni hasılat tablolarında yaş ve bonitetin yanı sıra sıklığın da üçüncü değişken olarak yer alması meşcere hasılatının daha sıhhatli olarak belirlenmesini sağlayacaktır.

STAND DENSITY MEASURES AND THE DETERMINATION OF THE DENSITY LEVELS OF NATURAL *Pinus brutia* Ten. STANDS

Y. Doç. Dr. Ahmet YEŞİL

Abstract

The different measures used the determination of stand density has been discussed in this study. Stand density is a major independent variable beside site quality and age in order to obtain reliable variable-density yield tables. 118 temporary sample plots data were used to obtain the density levels and were prepared the density tables.

SUMMARY

The growth rate and yield of even-aged or uneven-aged forest stand is largely determined by three factors.

- 1- Productive capacity of the site
- 2- The amount of the growing stock
- 3- Tree species and composition present in the stand.

Stand density is a quantitative measurement of a stand such as basal area, number of trees, or volume per hectare. Stocking is a relative expression used to describe the adequacy of a given stand density.

Stand density can be expressed as an absolute units and a relative scale as a percent of the average density. Direct and indirect stand density measures discussed in this study are as follows.

- 1- Number of trees per hectare
- 2- Basal area per hectare
- 3- Growing stock per hectare
- 4- Stand closure
- 5- Stand density index

- 6- Tree-area ratio
- 7- Crown competition factor
- 8- Spacing index
- 9- Relative density
- 10- Stand stocking
- 11- Competition index as a point density

In order to find out the stand density of *Pinus brutia* Ten. stands, mean diameter-number of trees relationship as in Reineke's stand density index has been used in this study. This relationship is not only an objective and easy to measure but also correlated with stand development and yield. So as to calculate the density levels of the sample plots, the data which belong to 118 normal sample plots were used. A linear relationship between number of trees and mean dbh was used :

$$\log N = a + b \log D$$

Linear least square method with the help of Statgraphics computer program was used to obtain the parameters, a and b.

The stand density has an important role to prepare variable-density yield table. Till today all of the yield table were constructed with the help of two independent variables, age and site quality. From now on it is difficult to find a stand untouched in Turkey and the new yield tables must be prepared with stand density as third independent variable.

KAYNAKLAR

- AKALP, T. 1978 : *Türkiye'de Doğu Ladini (Picea orientalis Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları*, I.Ü. O.F. Yayın No 2483/261, Doktora Tezi, 145 s.
- AKALP, T. 1983: *Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simulasyonu*, I.Ü.O.F. Yayın No : 3051/327, 169 s.
- ASAN, Ü. 1989: *Orta Karadeniz Yöresi Baltalık Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları*, 117 s. Basılmamıştır.
- ASSMANN, E. 1961: *Waldertragskunde*. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- BICKFORD, C.A; BAKER, F.S; WILSON, F.G. 1957: *Stocking, Normality, and Measurement of stand Density*. *Journal of Forestry*, Vol. 55, No. 2.
- BOYDAK, M. 1982: *Keşan Yöresi Saf Kızılcıam (Pinus brutia Ten.) Ağaçlandırmalarında Kültür Yöntemleri ile Doğal Faktörlerin Gelişim Üzerindeki Etkileri ve Dikim Aralıklarının Saptanması*. I.Ü.O.F. Yayın No. 3049/325 Taş Matbaası. İstanbul.
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. 1983: *Timber Management, A Quantitative Approach*. John WILEY and Sons. New York. 333 s.
- CURTIS, R.O. 1970: *Stand Density Measures : An Interpretation*. *Forest Science*. Vol 16, No. 4, 403-414.
- DAVIS, L.; JOHNSON, K.N. 1987: *Forest Management*. Third Edition. Mc Graw-Hill.
- GINGRICH, S.F. 1964: *Criteria for Measuring Stocking in Forest Stands*. *Proceedings, S.A.F.* 198-201.

- GINGRICH, S.F.1967: *Measuring and Evaluating Stocking and Stand Density in Upland Hardwood Forest in the Central States. Forest Science, Volume 13, No 1. p. 38-53.*
- HUSCH, B. 1963: *Forest Mensuration and Statistics. The Ronald Press Company New York. 474 s.*
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. 1982: *Forest Mensurations. John Wiley and Sons, New York.*
- KALIPSIZ, A. 1984: *Dendrometri. I.Ü.O.F. Yayın No. 3194/354. İstanbul.*
- KALIPSIZ, A. 1988: *Orman Hasılat Bilgisi, I.Ü.O.F. Yayın No. 3516/397.*
- KRAMER, H. 1988: *Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 374, s.*
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. 1973: *Forest Inventory. Volume II. BLV Verlagsgesellschaft. München, Bern und Wien.*
- MEYER, H.A. 1953 : *Forest Mensuration. State College, Pennsylvania, 357 s.*
- MITSCHERLICH, G. 1970: *Wald, Wachstum und Umwelt. Erster Band, J.D. Sauerlander's Verlag, Frankfurt.*
- STATGRAPHICS, 1986: *Statistical Graphics System by Statistical Graphics Corporation, User's Guide.*
- YEŞİL, A. 1992: *Değişik Sıklık ve Bonitetdeki Kızılcım Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. 179 s.*
- ZÖHRER, F. 1980. *Forstinventur. Ein leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.*