

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

42

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

I

1992

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



KIZILÇAM AĞAÇLANDIRMALARINDA İLK ARALAMA ZAMANI

Dr. Hüseyin Z. USTA¹⁾

Kısa Özet

Ağaçlandırma yoluyla oluşturulmuş kızılçam meşcerelerinde, değişik meşcere sıklıkları ve bonitet sınıflarına göre, ilk aralamalar için uygun olabilecek yaşlar kestirilmiştir. Tahminlerin yapılmasında, kızılçam ağaçlandırmaları için düzenlenmiş olan hasılat tablosundan, kızılçam çeşitli ağaç boyutları arasındaki ilişkilerden ve bakım araştırmalarından yararlanılmıştır. Ekonomik düşünce, silvikültür bakış açısıyla birleştirilmeye çalışılmıştır. İlk aralamalar için iyi bonitette 16-18, orta bonitette 20-22, fena bonitette de 24-26 arasındaki yaşların uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

Ülkemiz ağaçlandırma çalışmalarına 1953 yılında başlanmış; bugünkü anlamdaki ağaçlandırmalara da 1956'da geçilmiştir (ÖZKAHRAMAN 1982). İlk yıllarda hektarda 10.000-3333 arasında, kimi zaman da daha sık dikimler yapılmıştır. Bugünkü uygulama, 3 m x 1.5 m dikim aralıkları ile hektarda 2222 fidan dikimidir. Orman ağaçlandırmalarında birim alana, kesim çağına ulaşmış bir meşceredeki ağaç sayısından çok daha fazla sayıda dikim yapılmaktadır. Bundaki amaç, ileride meydana gelebilecek kayıplardan sonra meşcerede yeterli sayıda ağacın kalmasına güvence sağlamak; dolgun ve olabildiğince az budaklı gövdeler elde etmek; yabancılaşmaya yer vermemek; aralamalarla meşcerede nitelikli ağaçların bırakılmasına olanak vermek ve alanın potansiyel verimini tam olarak kullanabilmektir.

1) Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Antalya

Ağaçlandırma yolu ile getirilmiş olan ve kapalılığını oluşturmuş meşcerelerde bakım kesimleri uygulanmaktadır. Bu kesimlerde meşcereler, çeşitli biçimlerde ve derecelerde seyreltilmekte; genellikle yalnızca kapalılığın oluşmuş olması koşulu aranmaktadır. Ağaçlandırmalarda bireylere belli bir büyüme alanı verildiğinden gençlikte seyreltmeye (gevşetme) gerek duyulmamakta; uygulanan ilk bakım kesimi, ayıklama ya da aralama olmaktadır. Ayıklama ya da aralama kesimlerine başlama zamanı, işlemin şiddeti ve biçiminde olduğu gibi, kişisel görüşlere bağlı olarak kararlaştırılmaktadır.

Bu yazıda, kızılçam ağaçlandırmalarında yürütülmüş olan hasılat ve bakım araştırmalarından yararlanarak, hem silvikültürel ve hem de ekonomik düşüncelerle, ilk aralamalar için uygun olabilecek yaşlar kestirilmiştir. Uygulanmakta olan dikim aralıkları ile kurulan meşcerelerde, sıklık bakımı yapılmayarak, ince direklik çağa kadar beklemenin meşcere gelişmesi yönünden önemli sakıncası bulunmamaktadır. Elde edilecek ara türünden ekonomik bir yarar için güvence de sağlayabilmek amacıyla, yapılacak ilk bakım kesiminin aralama olması üzerine tahminler yürütülmüştür.

2. İLK ARALAMA İÇİN SİLVİKÜLTÜREL VE EKONOMİK AÇILARDAN UYGUN OLABİLECEK YAŞIN KESTİRİLMESİ

Birinci bölümde orman ağaçlandırmalarının hangi amaçlarla kesim çağındakine göre daha sık bir düzende kurulduğu açıklanmıştır. Aynı amaçların sürdürülebilmesi için, aralamalara başlarken öncelikle meşcere kapalılığının oluşmuş olması gerekmektedir.

USTA (1991), serbest büyüyen kızılçam ağaçlarında taç genişliği (tepe çapı) ile ağaç boyu arasında aşağıdaki ilişkiyi saptamıştır:

$$D = 0.2777 + 0.5496 h \quad (1)$$

Burada : D = taç genişliği (m),
h = ağaç boyu (m) dur.

Bu denklemdeki boy yerine, hasılat tablosundan (USTA 1991) alınan ortalama boy değerleri koyulduğunda, her bonitet sınıfında ve meşcere sıklığında, yaşlara göre serbest durumdaki tepe genişliği kestirilebilir. Ancak bu çalışmada, ortalama tepe genişliğinin, değişik yaşlardaki boya göre kestirilmesinde doğrudan (1) no'lu denklem kullanılmamış, denklemin % 99 düzeydeki güven aralığının üst sınırı dikkate alınmıştır. Bunun nedeni, aynı boylar için regresyon doğrusunun üzerinde kalan daha geniş tepelerin hesaba katılmasıyla, kapalılığın başlayabileceği yaşların alt sınırını kestirebilmektir. Ortalama tepe genişliğinin, ortalama potansiyel büyüme alanının^(*) kare kökünü aştığı yaş, kapalılığın başladığı yaş olarak kabul edilmiştir.

(1) no'lu denklemin hata varyansı ((S²e) 0.3007, denklemin bulunmasında kullanılan boy ölçülerinin ortalaması 7 m, bağımsız değişken olan boyun varyansı 1711.8 ve veri sayısı 70'tir. Bu değerlere göre, (1) no'lu denklemle kestirilen D değerlerinin standart hatası,

(*) Meşcerede ortalama olarak bir ağaca düşen büyüme alanıdır. Meşcere alanının, içindeki ağaç sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

$$S\hat{\sigma} = \sqrt{0.3007} \sqrt{\frac{1}{70} + \frac{(h-7)^2}{1711.8}} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır.

Güven aralığının hesabında standart hata, $\sqrt{2F}$ değeri ile çarpılmıştır (bak: SNEDECOR - COCHRAN 1982). Tablodan alınan F değeri, 0.01 olasılık düzeyi ve 2-68 serbestlik derecelerine göre 4.93'tür. Standart hata ($S\hat{\sigma}$, $\sqrt{2F}$ değeri ile çarpılıp sadeleştirilerek (1) no'lu denkleme eklenmiş ve denklemin % 99 düzeydeki güven aralığının üst sınırını veren aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir:

$$D_{\text{üst}} = x,2777 + 0.5496h + \sqrt{0.1272 - 0.0242h + 0.0017 h^2} \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan boy (h) yerine, hasılat tablosunda ilk yaşlardan başlayarak verilen boy değerleri koyulmuş ve yaşlara göre tepe genişlikleri kestirilmiştir. Bu değerler, söz konusu meşcere sıklığı için ortalama potansiyel büyüme alanının (pba) kare kök değeriyle karşılaştırılmış ve $D_{\text{üst}} > \sqrt{\text{pba}}$ eşitsizliğinin gerçekleştiği ilk yaşta, meşcerede tepe danın ve kapalılığın başladığı kabul edilmiştir. Hasılat tablosunda meşcere sıklık ölçüsü olarak verile ortalama potansiyel büyüme alanı, belli aralık - uzaklık düzenine dayandırılmamıştır. Örneğin 4.5 m² pba için, 2.12 m x 2.12 m ya da 3 m x 1.5 m düzenlerinden her ikisi de aynı kabul edilmiştir. Bu ikinci durumda, 1.5 m aralıklarla dikilmiş olan sıralar üzerindeki ağaçların tepeleri arasındaki kapanma, sıralar arasındaki 3 metrelik uzaklığın kapanmasından daha önce olacaktır. Ancak, tek yönde kapalılığın oluşmasından sonra sıkışma yalnızca iki yandan olacaktır. Böylece ağaçlar, öteki yanlardaki daha geniş aralıklardan yararlanmayı sürdürecektir. Bu düşüncelerle, ortalama potansiyel büyüme alanının, herhangi bir aralık - uzaklık düzenine bağlı olmadan, meşcere sıklığını ortalama olarak temsil edebileceği kabul edilmiştir.

Serbest büyüyen ağaçlarda tepe alanının biçimi, kimi araştırmacıların (AKALP 1983; KALIPSIZ - ELER 1984) yaptığı gibi daire varsayılmıştır.

Meşcere kapalılığının başlamasıyla, ağaçlar arasındaki yarışma da başlayacaktır. Kapalılığın başladığı yaş, bakım kesimlerinin yapılması gereken en alt yaş sınırı olmaktadır. Daha erken yapılan aramalarda, alanın verim potansiyelinin ancak bir bölümü kullanılmış olacaktır.

Kızılçam kültür meşcerelerinde, ağaç tepelerinin iyice birbirinin içine girdiği ve meşcere çatısında hiçbir boşluğun kalmadığı durum olan girift kapalılığın olduğu yaşlar da kestirilebilir (USTA 1991). Ağaçlar arasındaki yarışmanın şiddetlendiği bu yaşlar, meşcere gelişimi yönünden aralamaların en geç yapılması gereken yaşlardır. Bu yaşları, potansiyel büyüme alanına (pba) göre veren doğrular; üç bonitet sınıfı için grafik olarak adı geçen eserde gösterilmiştir. Bu doğrular üzerinde okunan koordinatlardan regresyon katsayıları hesaplanmış ve çıkarılan denklemler aşağıda verilmiştir:

$$\text{I. Bonitet} : Y = 13.2 + 0.93 \text{ pba} \quad (4)$$

$$\text{II. Bonitet} : Y = 14.5 + 1.24 \text{ pba} \quad (5)$$

$$\text{III. Bonitet} : Y = 18.3 + 1.46 \text{ pba} \quad (6)$$

Burada Y, girift kapalılığın oluştuğu yaştır.

Bu denklemlerin her biri, ait olduğu bonitet sınıfının ortalama bonitet endeksi(*) için geçerlidir. Bonitet endeksleri I., II. ve III. bonitet sınıfları için sırasıyla 20, 15 ve 10 metredir. Ara ya da üst/alt endeks değerleri için interpolasyon ya da orantı yolu ile ayrıca tahminde bulunulabilir.

Yukarıda anlatıldığı gibi kestirilen, meşcere kapalılığının başladığı ve girift kapalılığın oluştuğu yaşlar ile bu yaşlara ait hasılat tablosundan (a.g.e.) alınan orta çap değerleri, dört değişik meşcere sıklığına ve üç bonitet sınıfına göre Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede, aynı hasılat tablosuna göre cari hacim artımının en yüksek olduğu yaşlar da verilmektedir. Görüldüğü gibi, girift kapalılık için kestirilen yaşlar ile cari artımın en yüksek olduğu yaşlar birbirine yakındır ya da çakışmaktadır.

Çizelge 1'deki çaplar incelendiğinde, pazar değeri yakacak ve kağıtlık odundan daha değerli olan sııklık ya da direklik boyutlarda ara hasıla elde edilebilmesi için, hektardaki ağaç sayısı 2222 olan meşcerelerde II. ve III. bonitet sınıflarında en az girift kapalılığın oluştuğu yaşa kadar beklenmesi gerektiği görülmektedir. Günümüzde artık uygulanmayan ve önerilmeyen, burada bir uç örnek olarak verilen 3333 N/ha sıklığında ise, I. bonitet için girift kapalılığın oluştuğu yaşta 10.5 cm orta çap elde edilirken II. ve III. bonitetlerde bu yaşlardaki meşcere orta çapları ancak kağıtlık odun boyutlarında olmaktadır. Selektif alçak aralama yönteminde, çıkarılacak ürünün kalınlıklarının meşcere orta çapının altında olacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

KALIPSIZ (1970), bakım kesimlerinin yapılmasının ve zamanının kararlaştırılmasında, biyolojik zorunlukların ve silvikültürel düşüncelerin yanında, yapılacak müdahalenin ekonomik başarı üzerindeki etkisinin de dikkate alınması gerektiğini; bakım kesimleri sonucu elde edilecek ara hasılanın tarife bedeli eksi bulunduğu ve önemli harcamayı gerektirdiği durumlarda, meşcere bakımını doğadan beklemenin daha uygun olacağını belirtmektedir.

Gerek uygulanmakta olan dikim aralıklarındaki ve gerekse hektardaki ağaç sayısı 3333 gibi sıklıklarda, meşcere bakımını doğaya bırakmadan; ilk bakım kesimlerinin yapılmasını girift kapalılığın oluştuğu yaşa kadar bekleterek ya da bu yaşı birkaç yıl geçirerek, tarife bedelinin artı olmasına güvence sağlayacak boyutlarda ara hasıla elde etmek olasıdır.

(*) Kızılcım ağaçlandırmaları için 30 yaşındaki ortalama üst boy.

Çizelge 1 : Dört meşcere sıklığı için, kapalılığın başladığı ve girift kapalılığın olduğu yaşlar ile bu yaşlardaki göğüs yüzeyi orta ağacı çapları ve cari artımın en yüksek olduğu yaşlar.

Table 1 : The ages and quadratic mean diameters (dg), at the beginning of canopy closure and at the phase of crown closure, and the ages when current annual increment (c.a.i.) becomes maximum in four stand densities.

Ortalama potansiyel büyüme alanı Average potential growing space m ²	Bonitet sınıfı Site class	Kapalılık başlangıcında At the beginning of canopy closure		Girift kapalılıkta At the phase of crown closure		Cari artımın en yüksek olduğu yaşlar The ages when c.a.i. becomes maximum
		Yaş Age	Çap dg (cm)	Yaş Age	Çap dg (cm)	
3 (N/ha = 3333)	I	9	3.8	16	10.5	16-18
	II	11	3.5	18	8.4	19-21
	III	13	3.2	23	8.0	21-24
4.5 (N/ha = 2222)	I	10	5.4	17	12.5	17-18
	II	12	4.8	20	10.7	20-21
	III	14	4.3	25	9.9	22-25
6 (N/ha = 1667)	I	11	7.2	19	15.1	17-18
	II	13	6.2	22	12.8	20-22
	III	15	5.5	27	11.7	23-25
9 (N/ha = 1111)	I	12	9.6	21	18.2	17-18
	II	14	8.1	26	16.3	20-23
	III	17	7.7	31	14.7	24-26

Yukarıdaki düşüncelerle, hem silvikültürel ve hem de ekonomik yönlerden uygun görülen ilk aralama yaşları belirlenerek Çizelge 2'de verilmiştir. Bu yaşların belirlenmesinde öncelikle meşcere kapalılığının başlamış olması ve girift kapalılık durumuna yakın bulunması koşulu aranmıştır. Cari hacim artımının en yüksek olduğu yaşların geçilmemesine de dikkat edilmiştir. Böylece meşcere alanının tam olarak kullanıldığı ve artımın da daha düşmeye başlamadığı yaşların seçilmesine çalışılmıştır. İkinci olarak, meşcere orta çapının en az 9-10 cm olacağı ve aralama ürününden yakacak ve kağıtlık odundan daha değerli olan sırkılık ya da direklik hasılat elde edilebileceği yaşlara bakılmıştır. Eğer meşcere orta çapı, girift kapalılığın olduğu tahmin edilen yaşa kadar en az 9.0 cm kalınlığa erişmemiş ise daha ilerdeki bir yaş alınmıştır. Örneğin hektardaki ağaç sayısı 3333 olan meşcere sıklığında II. ve III. bonitet sınıflarında girift kapalılık 18 ve 23 yaşlarında olduğu halde, bu yaşlardaki meşcere orta çapları 8.4 ve 8.0 cm olmaktadır. İnce direkli boyutlarda ürün alabilmek için, II. bonitetteki durumda girift kapalılığın olduğu yaş 2 yıl geçilerek ilk aralama yaşı

20 olarak belirlenmiştir. III. bonitette ise, cari hacim artımının en yüksek olduğu yaştan daha ileri gidilmesi meşcere gelişimi yönünden sakıncalı görülmüş ve orta çap 8.3 cm kalınlığa gelebildiği halde ilk aralamanın 24. yaşta yapılması uygun bulunmuştur.

Çizelge 2 : Çeşitli sıklıklardaki kızılçam ağaçlandırma alanlarında ilk aralamalar için önerilebilecek yaşlar ve bu yaşlardaki göğüs yüzeyi orta ağacı çapları.

Table 2 : The ages recommended for the first thinnings in calabrian pine plantations at various spacings and corresponding estimated quadratic mean diameters (dg).

Ortalama potansiyel büyüme alanı m ² Average potential growing space	Bonitet sınıfı - Site class					
	I		II		III	
	Yaş Age	Çap dg	Yaş Age	Çap dg	Yaş Age	Çap dg
3 (N/ha = 3333)	16	10.5	20	9.4	24	8.3
4.5 (N/ha = 2222)	16	11.7	20	10.7	25	9.9
6 (N/ha = 1667)	17	13.7	21	12.2	25	10.9
9 (N/ha = 1111)	18	16.2	22	14.4	26	12.9

3. TARTIŞMA

Kızılçam ağaçlandırmalarında ilk aralamalar için, hem silvikültürel ve hem de ekonomik yönlerden uygun olabilecek yaşlar kestirilmiştir. Yapılan tahminler, kızılçam ağaçlandırmaları için bulunmuş olan büyüme ilişkilerine ve bazı ağaç özellikleri arasındaki ilişkilere dayandırılmıştır.

Meşcere ince direklik çağa gelmeden yapılacak bakım kesiminin ara hasılası, ancak yakacak ya da kağıtlık odun olarak değerlendirilebilecektir. Bu durumda ara hasıla tarife bedelinin eksi çıkma olasılığı bulunmaktadır. Meşcere orta çapının 9-10 cm kalınlığı aştığı yaşa kadar beklendiğinde ise, sınık, ince direk ya da direk gibi, pazar değeri yakacak odundan çok yüksek aralama ürünü elde edilebilecektir.

Kızılçam ağaçlandırmalarında, uygulanmakta olan dikim aralıkları düzenlerinde, ilk aralamalar için kapalılığın başladığı yıllarda acele etmeye gerek bulunmamaktadır. Meşcere cari hacim artımı, kapalılık başladıktan sonra, 5-8 yıl daha yükselmeye devam etmekte, en yüksek değerine ulaşarak bir süre sonra düşmeye başlamaktadır. Ağaç tepelerinin iyice içiçe girerek kenetlendiği ve meşcere çatısında hiçbir boşluğun kalmadığı durum olan girift kapalılığın olduğu yaşlarda, cari hacim artımının en yüksek olduğu yaşlar birbirine yakın ya da çakışıyor bulunmuştur (Çizelge 1). Girift kapalılık durumunda, meşceredeki bireyler arasındaki yarışma, en şiddetli aşamaya gelmektedir. Cari hacim artımı da, girift kapalılığın meydana geldiği yaşlara yakın bir zamanda en yük-

sek değere ulaşip düşmeye başlamaktadır. O halde, girift kapalılığın oluşmasından birkaç yıl önce yapılacak aralamalar, hem alanın tam olarak kullanılmasına olanak verecek ve hem de cari hacim artımı düşmeye başlamadan önce aralama ürünü alınmasını sağlayacaktır. Böylece alanın verim potansiyeli tam olarak kullanılabilir.

Yukarıdaki düşüncelerle, ilk aralama kesimlerinin, meşcere kapalılığın başladığı yaştan sonra ve grift kapalılığın oluştuğu yaştan 1-5 yıl kadar önce yapılması uygun görülmüştür. Eğer sık dikimle oluşturulmuş meşcerelerde orta çap, grift kapalılığın meydana geldiği yaşta bile 9-10 cm kalınlığa gelmiyorsa; ilk aralamadan bu çaplara yakın kalınlıkta ürün elde edebilecek yaşa kadar beklenmesi yerinde olacaktır.

İlk aralamalar için belirlenen yaşlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu yaşlar, meşcere sıklığı ve bonitet sınıfına göre hasılat tablosundan alınan orta boy ile orta çaplardan ve ağaç tepe genişliğini boya göre veren denklemden yararlanarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, verilen yaş ve çap değerleri istatistik tahmine dayanmakta olup kesin değil, olası ortalama değerleri tanımlamaktadır. Gerçek durumun, bu tahminlerin altında ya da üzerinde olabileceği dikkate alınmalıdır.

ODABAŞI (1981), Keşan-Korudağı'nda 2.5 m x 1.25 m dikim aralıklarıyla kurulmuş olan kızılçam ağaçlandırmasında yaptığı aralama denemesinde, girift kapalılığın 12 yaşındayken oluşmuş olduğunu saptamıştır. Üst boyun verilmediği bu çalışmanın yapıldığı alandaki meşcere ağaç sayısı ve göğüs yüzeyi miktarına göre kestirilen bonitetinin, I. bonitet sınıfının üst sınırına yakın olduğu görülmüştür. Çizelge 1'de verilen girift kapalılığın oluştuğu yaşlar ise, bonitet sınıflarının orta değerine göre kestirilmiş olan değerlerdir. Söz konusu alanın göğüs yüzeyi miktarından kestirilmiş olan değerlerdir. Söz konusu alanın göğüs yüzeyi miktarından kestirilen bonitet endeksine ve meşcere sıklığına göre girift kapalılığın oluşma yaşı 14 olarak tahmin edilmiştir. Deneme alanlarında aralama öncesindeki ortalama çapın 8.5 cm dolayında olması, silvikültürel bakış açısına ağırlık verildiğini göstermektedir.

ELER / KESKİN (1989), ortalama meşcere sıklığı hektarda 3106 ağaç olan ve orta bonitette bulunan 20 yaşındaki müdahale görmemiş kızılçam ağaçlandırma alanında yaptıkları bakım kesimlerini "gecikmiş ilk aralama" olarak nitelendirmişlerdir. Çizelge 1'de, 3333 N/ha meşcere sıklığı ve II. bonitet için girift kapalılığın oluştuğu yaş 18 olarak verilmektedir. Buna göre adı geçen çalışmaya konu meşcere, girift kapalılığın oluşmasından sonra 2 yıl beklemiş olmakta ve ilk aralama çağını silvikültürel yönden geçirmiş olmaktadır. Gene Çizelge 1'e göre aynı bonitet sınıfı ve meşcere sıklığı için cari hacim artımının en yüksek olduğu yaşlar 19-21 olduğuna göre çalışılan meşcerede ara hasıladan kazanç sağlayıp sağlanmayacağına bakılmadan ilk bakım kesimine girilmiş olması yerinde bir karar olmaktadır.

Kızılçam ağaçlandırmalarında ilk aralamaların yapılmasında çok yönlü düşünülmalıdır. Çizelge 2'de verilen yaşlar bir fikir vermektir. Aralama zamanının kararlaştırılmasında, konu olan meşcere gezilip görülmeli; hem kapalılık durumu ve hem de ağaç kalınlıkları incelenmelidir. Silvikültürel bakış açısı, ekonomik düşüncelerle birleştirilmelidir.

THE TIMING OF INITIAL THINNING IN *Pinus brutia* PLANTATIONS

Dr. Hüseyin Z. USTA

Abstract

Suitable ages for the first thinnings were determined by stand density and site class, based on growth estimations from the yield table for *P. brutia* plantations and upon relationships between some tree characteristics of *P. brutia*. Both silvicultural and economic aspects were taken into consideration. Suitable ages for the first thinnings were determined to be 16-18, 20-22 and 24-26 for good, medium and poor site classes respectively, depending on the stand density.

1. INTRODUCTION

Forest plantations in Turkey were first started in 1953 and initiated with today's concept in 1956 (ÖZKAHRAMAN 1982). In the first years of these practices, planting density was between 10.000-33333 seedlings/ha or even denser. Today in *Pinus brutia* plantation, a density of 2222 seedlings per hectare, with a spacing of 3 m x 1.5 m is used. In forest plantations, the number of seedlings planted is higher than the number of final crop trees in a unit area. The reasons for this are to ensure an adequate number of trees after the probable losses; to obtain a well-formed stem with less knots; to prevent or reduce weed growth; to increase the possibility of leaving quality trees after tending fellings, and to fully utilize the potential yield of the area.

Today the tending fellings in the plantations are being made in various degrees after canopy closure is observed depending on subjective judgements. Generally the development of canopy closure is sought for the first tending felling. Timing of this operation is also bound to subjective judgements.

In this paper, suitable ages for the first thinnings were estimated using the results of a yield study carried out in *P. brutia* plantations, taking both silvicultural and economic aspects into consideration. In order to ensure an economic benefit from the intermediate yield, thinning was taken as being the first tending felling omitting release cutting.

2. ESTIMATION OF SUITABLE AGES FOR THE FIRST THINNING WITH SILVICULTURAL AND ECONOMIC CONSIDERATIONS

USTA (1991) determined the relationship between tree height and crown width in free-growing *Pinus brutia* trees as below:

$$D = 0.2777 + 0.5496 h \quad (1)$$

where: D = Crown width, m

h = tree height, m.

The crown width of a competition-free tree can be estimated according to the site quality class putting the height values from the yield table of USTA (1991) in place of h variable in the equation (1). But in this paper, equation (1) was not directly used, instead, the upper limit of 99 % confidence band of the equation was taken in order to be able estimate the lower age limits for the beginning of the canopy closure, taking the data distributed over the regression line into account. The age, when average crown width exceeds average potential growing space^(*), was taken as the beginning of canopy closure.

Residual mean square of the equation (1) is 0.3007; the mean height of the data used to derive the equation is 7 m; the sum of squares of the independent variable (height) is 1711.8 and the number of observations is 70. According to those values, standard error of a predicted D becomes:

$$S_{\hat{D}} = \sqrt{0.3007} \sqrt{\frac{1}{70} + \frac{(h - 7)^2}{1711.8}} \quad (2)$$

The standard error was multiplied by $\sqrt{2F}$ in the calculation of the confidence band (see: SNEDECOR / COCHRAN 1982). The F value for 0.01 probability taken from the F table according to 2 and 68 df is 4.93. The standard error was multiplied by $\sqrt{2 \times 4.93}$; the resulting formula was simplified and added to the equation (1), and the following formula was obtained for the upper limit:

$$D_{\text{upper}} = 2777 + 0.5496h + \sqrt{0.1272 - 0.0242h + 0.0017 h^2} \quad (3)$$

(*) Average potential growing space is the division of the stand area by the number of trees.

Crown widths by age were estimated by putting the height values of the yield table in place of h in the equation (3). The estimated crown widths were then compared with the square root of the average potential growing space (pba) of the subject stand density. At the first age when the inequality of $D_{upper} > pba$ was realized, crown contact was assumed to have started. The pba was not bound to any specific spacing order. For example, either 2.12 m x 2.12 m or 3 m x 1.5 m was taken as being the same for the pba of 4.5 m². In the latter case, crown contact starts earlier on lines of 1.5 m intervals than between lines of 3 m apart. But, competition will occur only in one direction while the trees are still utilizing the larger spaces on the other two sides without crown contact. With this thought, the average potential growing space was assumed to be representative for the stand density irrespective of the spacing order.

The shape of crown projection area of a free-growing tree was taken to be circle as AKALP (1983) and KALIPSIZ / ELER (1984) did.

Competition gradually starts after development of stand canopy closure. The age, when stand canopy closure starts, should be the earliest time for tending. In an earlier tending felling, yield potential of the area will not have been fully used.

The ages of the crown closure stage can also be estimated in *Pinus brutia* plantations (USTA 1991). In this stage, the crowns of trees are interlocked, no gap is seen in the stand canopy and competition becomes severe. From the silvicultural point of view, crown closure stage is the latest time for tending felling. The relationships between the age crown closure and potential growing space in three site classes were graphically determined (ibid). Regression coefficients related to the three relationships were calculated from the coordinates read on the graphical lines. The resulting equations are given below.

$$\text{Site class I} \quad : \quad Y = 13.2 + 0.93 \text{ pba} \quad (4)$$

$$\text{Site class II} \quad : \quad Y = 14.5 + 1.24 \text{ pba} \quad (5)$$

$$\text{Site class III} \quad : \quad Y = 18.3 + 1.46 \text{ pba} \quad (6)$$

Each of the equations is valid for the average site index^(*) of the related site class. The site index values for the Ith, IIrd and IIIrd site classes are 20, 15 and 10 m respectively. An extra estimation can be made for the intermediate or lower/higher site indexes by interpolation or proportion.

The estimated ages for the beginning of canopy closure and crown closure, quadratic mean diameters at these ages, and times for the maximum current volume increment are given in Table 1 (in the Turkish text). The ages of crown closure and maximum current volume increment are close or coinciding with each other as seen in the table.

Economic aspects as well as biological necessities and silvicultural considerations should also be taken into account in determination of thinning times (KALIPSIZ 1970).

Ages for the first thinnings determined by both silvicultural and economic considerations are given in Table 2. In determining the ages, the first step was to seek the condition in which canopy

(*) Mean top height at the age of 30 in *P. brutia* plantations.

closure had occurred and crown closure was not yet complete. In the second step, in order to be able to obtain more valuable thinning yield than firewood, the condition of the stand mean diameter being at least 9-10 cm was taken into account. If a quadratic mean diameter for a given density/site class could not attain at least pole size between canopy and crown closure phases, then a later age than crown closure time was taken, provided that the time of maximum current increment had not passed. In this way the ages when the stand area was fully utilized but the current volume increment had not started to decline were tried to be selected.

3. DISCUSSION

The intermediate yield can only be assessed as firewood or pulpwood if tending felling is done before the stand attains at least pole stage. In this case, there is a probability that cost of tending exceeds its revenues. If, on the other hand, tending felling is done when stand mean diameter becomes larger than 9-10 cm, then the thinning yield can be appraised as light pole or pole which is more valuable than firewood or pulpwood.

The first tending felling in *Pinus brutia* plantations, established at today's spacing, should not be hurried when the canopy closure is formed. Current volume increment of the stand continues to increase for about 5-8 years following the formation of canopy closure, then it starts declining after reaching its maximum value. The age of crown closure when the crowns of trees are interlocked and the time of maximum current increment were found to be close or coinciding with each other (Table 1). With these results, it was concluded that a thinning carried out a few years before the formation of crown closure will allow the stand area to be fully utilized. It will also ensure an intermediate yield before current volume increment starts to decline. But the time of maximum current volume increment of the stand should not be passed. Otherwise a delay in stand development and hence in economic rotation will happen.

The ages determined for the first thinnings are given in Table 2. These ages are based on the statistical estimations and represent probable average figures. Therefore, proper ages in reality may exist earlier or later than the estimates. The figures in Table 2 are to give an idea about the timing of initial thinning in *P. brutia* plantations. In deciding the time for the first thinning, the actual stand should be observed, inspecting both the state of closure and the stem diameters. Silvicultural and economic aspects should be simultaneously considered.

KAYNAKLAR

- AKALP, T. 1983. *Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simulasyonu*. İ. Ü. Or. Fak. Yayın No: 327, 169 s.
- ELER, Ü.; KESKİN, S. 1989. *Antalya Yöresi Kızılçam Ağaçlandırma Alanlarında Gecikmiş İlk Aramalarda Uygulanacak Silvikültürel İşlemin Gelişme Üzerine Etkileri*. Or. Araş. Enst. Teknik Rapor No: 36, 5-33.
- KALIPSIZ, A. 1970. *Orman Ağaçlama Yatırımlarının Planlanması Esasları*. İ. Ü. Or. Fak. Yayın No: 153, 182 s.
- KALIPSIZ, A.; ELER, Ü. 1984. *Lübnan Sediri (Cedrus libani A. Rich.) Ağaçlarının Gelişmesi Üzerine Örnekler*. İ. Ü. Or. Fak. Dergisi A (2), 1-17.
- ODABAŞI, T. 1981. *Korudağı Kızılçam Plantasyonlarında Meşcere Bakımı Üzerine Araştırmalar*. İ. Ü. Or. Fak. Dergisi A (1), 75-104.
- ÖZKAHRAMAN, İ. 1982. *Atatürk'ün Doğumunun 100. Yılında Ağaçlandırma, Erozyon Kontrolü ve Mera Islahı Çalışmaları*. OGM Yayını.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. 1982. *Statistical methods*. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A., 507 s.
- USTA, H. Z. 1991. *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları*. Or. Araş. Enst. Teknik Bülten No: 219, 138 s.