

## ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ BELİRLENMESİ

Mehmet KORKMAZ<sup>1\*</sup>

İbrahim GÜNGÖR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA

<sup>2</sup> SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, 32260, ISPARTA

\*mkorkmaz@orman.sdu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, orman kaynaklarından topluma sunulan mal ve hizmetler arasında en yaygın ve geniş pazarlama olanağı bulunan odun hammaddesi üretimine yönelik optimum yıllık kesim alanlarının belirlenmesidir. Çalışmada orman işletmelerinde üretim birimlerinin biyofizik ve ekonomik özellikleri dikkate alınarak yıllık kesim alanlarının sıralaması yapılmıştır. Bu çözümlenelerde yöneylem araştırması yöntemlerinden 0-1 tam sayılı programlamanın kullanımı ile kısıtlayıcı koşullar altında optimizasyon olanakları araştırılmıştır. Kesilecek alanların yıllık olarak sıralaması komşuluk kısıtlaması (ekolojik kısıtlar) dikkate alınarak yapılmış ve optimum bir kesim planı elde edilmiştir. Ayrıca işlendirme düzeyi yıllık olarak, çalışma zamanları itibariyle belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Odun hammaddesi üretimi, yıllık kesim alanları, 0-1 tamsayılı programlama, yöneylem araştırması, optimizasyon

## DETERMINATION OF OPTIMUM ANNUAL CUTTING AREAS FOR TIMBER HARVESTING

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine the optimum annual cutting areas for timber harvesting, which has the most common and wide marketing possibilities among the goods and services provided by the forest resources to the society. By the study, production units, which forest enterprises, were ranked by their biophysical and economical characteristics and these rankings were used for annual scheduling. In these analyses, 0-1 integer programming was used among the operational research methods, and optimization possibilities were explored regarding the constraints. Annual cutting scheduling was performed with regards to adjacency constraints (ecological constraints), and optimum cutting plan was obtained. Furthermore levels of employment were calculated for annually thereafter, regarding the working hours.

**Keywords:** Timber harvesting, annual cutting areas, 0-1 integer programming, operational research, optimization

## 1. GİRİŞ

Orman işletmelerinde, odun hammaddesi üretmek amacıyla bir plan dönemi (örneğin 10 yıl) içinde hangi yıllarda hangi alanların kesileceği ve böylece elde edilecek toplam yapacak ve yakacak odun miktarının ne olacağı, kesimin yapılacağı alanlarda iş yoğunluğunun ne düzeyde gerçekleşeceği gibi, üretime yönelik çalışmaların planlanması açısından, yıllık kesim alanlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Böylece yıllık kesim alanlarına bağlı olarak her yılın sonunda, gelecek yıla ilişkin üretim programları yapılabilecektir. Bunun yanında plan dönemi içerisinde kesilecek olan alanların yıllık sıralamasının belirlenmesi, sürecin tümünün başlangıçtan itibaren izlenmesini de olanaklı hale getirebilecektir.

“Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi Hakkında Yönetmelik”te ilk periyotta gençleştirilmek üzere kesime konu olacak sahalara için belirlenen öncelik sırası şu şekildedir (OGM, 1991):

1. Gençleştirilmesine başlanmış ve gençleştirilmeleri devam etmekte olan bölme veya bölmecikler (meşcereler),
2. Olgunluk çağını aşmış ve bu nedenle derhal gençleştirilmeleri gereken bölme veya bölmecikler (meşcereler),
3. Fazla tahrip görmüş, gövde sayısı ve kalitesi düşük, sağlık durumu iyi olmayan, gevşek ve dolayısıyla bozuk vasıflı alanlar, ağaçlandırılması gereken açıklıklar, yaş sınıfları dengesi bakımından erken kesilip ağaçlandırılması gereken bozuk vasıflı gençlikle kaplı alanlar,
4. Olgunluk çağına gelmiş olan ve gençleştirilmesine başlanacak olan bölme veya bölmecikler (meşcereler) ve
5. Bu sahalarla birlikte; saha (bölme) bütünlüğünü sağlamak için bozuk orman alanları ile orman içi açıklıkları.

Aynı yönetmelikte, ormanda bulunan mevcut yollar ile yol şebeke planına göre gelecekte yapılacak yollar, ürünlerin taşıma olanakları ve yönlerinin de kesim planının yapılmasında göz önünde bulundurulması gerektiği ifade edilmiştir (OGM, 1991).

Eraslan ve Eler (2003)’e göre öncelik sıralamasında biyofizik değişkenlerin yanında, yol ve transport şebekesinin bugünkü ve gelecekteki durumunun da dikkate alınması gerektiği vurgulanarak, “yol ve transport koşulları tamamen yeterli olan meşcerelerin ilk önceliğe, kısmen yeterli olan meşcerelerin ikinci önceliğe sahip olduğu” belirtilmektedir. Bu öncelikleri, “birinci ve ikinci periyotta yol ve transport şebekesine sahip olacak meşcerelerin” izlediği görülmektedir. Ayrıca, “ilk periyotta tüm ürünlerin değerlendirilmesi olanağı bulunan meşcerelerin birinci, bir kısmının değerlendirilmesi olanaklı olan meşcerelerin ise ikinci öncelikli olarak ele alınması şeklinde, piyasada değerlendirme olanakları ile ilgili ölçütler” de Eraslan ve Eler (2003) tarafından ortaya konulmuştur.

Yukarıda belirtilen esaslar çerçevesinde Eraslan ve Eler (2003) tarafından yapılan önceliklendirme, gerek masrafları gerekse pazar koşullarını dikkate alması bakımından ilgili yönetmeliğe göre daha uygundur. Ancak, yol ve transport koşullarının neye göre tamamen ya da kısmen yeterli olacağı ortaya koyulamamıştır. Öte yandan bu koşulların ekonomik sonuçları önceden

kestirilemediği için yeterlilik bakımından bir kanı sahibi olmak da mümkün değildir.

Bu nedenlerden dolayı biyofizik değişkenleri temel olarak hesaplanan ekonomik değişkenleri dikkate alınarak yapılan çözümler ile öncelik sıralamasının belirlenmesi yerinde bir yaklaşım olmaktadır. Bu konuda Geray (1978) ve Ok (1997a) ve Ok (1997b) tarafından yapılan çalışmalar örnek olarak gösterilebilir. Ok (1997a) tarafından yapılan çalışmada öncelik sıralaması yıllık olarak da ortaya koyulmuş, yıllık kesim alanlarının sıralanmasında net gelir büyüklükleri ölçüt olarak kullanılmış ve sıralama işleminde komşuluk kısıtlamalarının devreye girmesi durumunda sıralamalardaki farklılıklara göre oluşabilecek alternatif maliyetler tartışılmıştır. Ok (1997b) çalışmasında yıllık kesim alanlarının sıralanması işlemine eleştirel yaklaşımlar geliştirmiştir.

Amenajman planlarında birbirine bitişik olan kesim alanlarının birisi kesildiğinde, diğer alana belirli zaman farkı ile müdahale edilmesi ve yıllık sıralamalarda bu esasın dikkate alınması koşul olarak ortaya konulmaktadır. Örneğin kızılçam için kesim alanı büyüklüklerinin % 0-30 eğim grubu için en fazla 30 ha, %31-60 eğim için en fazla 20 ha ve eğimin %61-70 olduğu yerlerde ise en fazla 5 ha olması ve bitişik iki alanın en az 5 yıllık zaman farkıyla kesilmesi gerekmektedir (OGM, 1996a; OGM, 1998). Bu nedenle, alan (ha) bakımından belirlenen üst sınırları ve birbirine bitişik olan kesim alanlarının durumlarını değerlendiren yıllık kesim planının yapılması gerekmektedir.

Birbiri ile bitişik olan alanlara ilişkin bu kısıt, literatürde yer alan komşuluk kısıtları (adjacency constraints) ile benzerdir. Nalle vd. (2005), Boston ve Bettinger (2001), Brumelle vd. (1998), Mullen (1996), Weintraub vd. (1994), Jones vd. (1991) ve McDill vd. (2002) tarafından yapılan çalışmalar bu konuda örnek olarak gösterilebilir. Bu kısıtlama, büyük alanların gençleştirilmesinde ortaya çıkabilecek başarısızlıkların önüne geçilebilmesi amacıyla getirilmektedir. Çünkü kesim yapılan alanın aynı yıl içerisinde gençleştirilememesi, ormanın devamlılığı açısından büyük bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte daha küçük alanlarda çalışma, gençliğin gelip gelmeme durumunun daha sağlıklı izlenmesini olanaklı kılmaktadır. Ayrıca eğim arttıkça gençleştirmenin erozyon vb. gibi olumsuz etkileri de artmaktadır. Bunun yanında yıllık kesim alanlarının daha küçük parçalardan oluşması ve komşuluk kısıtının dikkate alınması yaban hayvanlarının beslenme ve barınma alanlarının büyük bir bölümünün yok olmasının önlenmesi gibi ekolojik yönden bir çok avantaj da sağlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Bucak Orman İşletme Müdürlüğü (Burdur), Pamucak Orman İşletme Şefliği Kızılçam işletme sınıfı ormanları araştırma alanı olarak seçilmiştir. Bu kararın nedenleri şu şekilde açıklanabilir:

- Akdeniz kuşağı yetişme ortamı özelliklerinin Aksu vadisi boyunca kilometrelerce içeri sokulması sonucu, yörenin en nitelikli kızılçam ormanları bu havzada yayılış göstermektedir.

- Yörede kızılçam odun hammaddesi üretiminin birim alana göre en yüksek düzeyde yapıldığı yer, Pamucak Orman İşletme Şefliği'dir.
- İlgili orman işletme şefliğinin model amenajman planı mevcuttur ve veri çeşitliliği ve güvenilirliği gibi avantajları bulunmaktadır.

Araştırma materyali olarak işletme amenajman planı, meşcere tipleri haritası, 1/25000 ölçekli Isparta N 25-a2, N 25-a3, N25-b1 ve N 25-b4 nolu topografik haritalar, yol şebeke planı ve silvikültür detay planı kullanılmıştır. Üretim birimlerinin\* ayırımı arazide denetlenmiş, üretim birimlerinin satış deposuna uzaklıkları araç ile ölçülmüştür. Üretim birimleri arasındaki komşuluklar arazide tespit edilmiştir.

Üretim birimleri içerisinde bulunan kesime aday alanlara ilişkin üretim masraflarının hesabı, 288 Nolu Tebliğe göre yapılmış (OGM, 1996b), gençleştirme, idare (yönetim) ve satış masrafları hesaplanmış ve satış gelirleri işletmenin son dört yıllık satış ortalamalarının ÜFE'ye göre bugünkü değerlerinin ortalaması (2004 yılı için) şeklinde belirlenmiştir.

Araştırma alanında üretim etkinlikleri sonucu tomruk, maden direği, tel direk, sanayi odunu, kağıtlık odun, lif-yonga odunu ve yakacak odun elde edilmektedir. Ürün çeşitlerinin belirlenmesine yönelik Sun vd.(1977) tarafından yapılan çalışma dikkate alınarak, üretilen ürün çeşitlerinin tomruk, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun şeklinde olacağı varsayılmış ve bu ürünlere ilişkin ürün çeşitleri oranları belirlenmiştir. Hektardaki toplam hacim ile bu ürün çeşitleri oranları ilişkiye getirilerek ürün çeşitlerinin hacim düzeyleri belirlenmiş ve bu ürün çeşitleri oranlarına göre ayrı ayrı hesaplanan masraf ve gelirlerin hektardaki toplam değerleri kullanılmıştır.

Çalışmada yöneylem araştırması yöntemlerinden biri olan 0-1 tamsayılı programlama modeli kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Geliştirilen Modelin Tanıtımı

Yıllık kesim planının komşuluk kısıtlarının dikkate alınarak yapılabilmesi için 0-1 tamsayılı programlama modeli geliştirilmiştir. Bu modelin özelliği gereği, kesim alanları hangi yılda kesilecekse o yıl için 1, diğer yıllar için 0 değerini alacaktır. Yani kesim alanları bölünebilir nitelikte olmamakta, sadece tek bir yılda çözüme girebilmektedir.

Bu amaçla oluşturulan model aşağıda görülebilmektedir:

$$MaksZ = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n NBD_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$x_{ij} - x_{ik,j+4} - x_{ik,j+5} - \dots - x_{ik,j+n} \leq 0 \quad (1 \leq j \leq n) \quad (2)$$

\* Bölmeler sosyoekonomik nitelikli aktivite alanı oluşturma mantığına göre ayrılmadığı için bu özelliklere sahip olacak şekilde aktivite alanı ayırımı benimsenmiş ve yeniden belirlenen bu alanlara "üretim birimi" adı verilmiştir.

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ  
BELİRLENMESİ

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m e_i x_{ij} - ye_j = 0 \quad \forall j \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^k ye_j = te \quad (5)$$

$$e_j \leq s \quad \forall j \quad (6)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ veya } 1$$

Burada,

m: kesim alanı sayısını (1,2,...,m),

n : yıl sayısını (1,2,..., n),

NBD<sub>ij</sub>: i. kesim alanının j. yılda yer alması durumundaki net bugünkü değerini (YTL),

$$X_{ij} \left\{ \begin{array}{l} 1, i. kesim alanının j. yılda yer alması durumunda \\ 0, diğer durumlarda \end{array} \right\}$$

ik : i. kesim alanına komşu olan kesim alanının numarasını,

j≠p: ik. kesim alanının, kesilebileceği yılları,

e<sub>i</sub> : i. kesim alanının toplam yapacak ve yakacak odun miktarını (m<sup>3</sup>),

ye<sub>j</sub> : j. yıldaki toplam yapacak ve yakacak odun miktarını (m<sup>3</sup>),

te : Tüm kesim alanlarından elde edilecek yapacak ve yakacak odun miktarı toplamını (m<sup>3</sup>),

s : Yıllar itibariyle kesim alanlarından elde edilecek toplam yapacak ve yakacak odun miktarının (m<sup>3</sup>) üst sınırını göstermektedir.

(1) nolu denklemde görüldüğü gibi, modelin amaç fonksiyonu Net Bugünkü Değer (NBD) maksimizasyonu şeklindedir. NBD'lerin hesabında %3 iskonto oranı kullanılmıştır. (2) nolu denklem ise komşuluk kısıtlamasını göstermektedir. Bu kısıt 0-1 tamsayıli programlamanın özel bir durumu olarak "j benimsendiğinde i'de benimsensin" şeklinde yazılabilen  $x_j \leq x_i$  eşitsizliğinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Yani bu kısıtın anlamı, i. kesim alanı j. yılda yer alırsa bunun komşusu olan kesim alanı en az (j≠4). yılda yer alabilir şeklindedir.

(3) nolu eşitlik her kesim alanının sadece bir yıl içerisinde yer almasını sağlamak üzere oluşturulmuştur. (4), (5) ve (6) nolu denklemler, yıllar itibariyle olabildiğince dengeli olarak üretim yapılabilmesini sağlamak amacıyla modelin kısıtları arasında yer almıştır. Böylece yıllar itibariyle eşit düzeyde üretilecek odun hammaddesi miktarlarından sapmalar minimize edilmiştir. Bu kısıtların kullanılmaması durumunda komşulukların bulunduğu kesim alanları arasında daha yüksek NBD'ye sahip kesim alanları ilk yıllarda, diğerleri ise 5. yıl veya bunu izleyen en yakın yılda yer alacak böylece üretim miktarı ve alanlarında büyük düzensizlikler oluşacaktır.

Çizelge 1'e göre periyodun tamamında kesime aday alanların büyüklükleri 2,5 ha ile 82,5 ha arasında değişmektedir. Yıllık kesim alanlarını ilk olarak kısıtlayan alan büyüklükleri (% 0-30 eğim için en fazla 30 ha, %31-60 eğim için en fazla 20

ha ve %61-70 eğim için en fazla 5 ha) açısından bu durum değerlendirildiğinde kesim alanlarının büyük bir bölümünün bu kısıtlardan daha büyük alanlara sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kesime Aday Alanlar

No	Üretim Birimi No	Alanı Ha	Satış Gelirleri YTL/ha	Toplam Masraflar YTL/ha*	Net Gelir YTL/ha
1	1	8,5	20692,84	8004,92	12687,92
2	5	15	23977,54	8506,46	15471,08
3	6	32,5	26125,23	8451,93	17673,30
4	9	50,5	26125,23	8722,35	17402,88
5	10	53,5	25457,31	8580,78	16876,53
6	13	9	26125,23	9911,90	16213,33
7	18	15	20692,84	7388,53	13304,31
8	38	28	20692,84	7496,04	13196,80
9	42	8	23969,52	9179,27	14790,25
10	47	42	26125,23	9951,85	16173,38
11	48	32	26125,23	9444,18	16681,05
12	50	12	26125,23	9004,59	17120,64
13	52	56	26125,23	9456,30	16668,93
14	62	42,5	26125,23	8105,23	18020,00
15	63	3	26125,23	9854,26	16270,97
16	65	9,5	26125,23	8949,95	17175,28
17	66	43	26125,23	9904,77	16220,46
18	67	6	23148,58	8047,37	15101,21
19	68	2,5	26125,23	9808,33	16316,90
20	76	15,5	21336,15	7947,71	13388,44
21	77	10,5	23511,27	8378,28	15132,99
22	78	26,5	24587,76	9391,76	15196,00
23	80	37	26125,23	9587,68	16537,55
24	89	82,5	26125,23	9965,39	16159,84
25	90	52,5	26125,23	10051,05	16074,18
26	97	31	26125,23	10052,02	16073,21
27	98	46,5	26125,23	8721,86	17403,37
28	101	6,5	26125,23	9436,53	16688,70
29	108	5	20692,84	7743,37	12949,47
30	125	4,5	26125,23	9227,63	16897,60
31	126	24	26125,23	10022,49	16102,74

Bu nedenle kesim alanlarının ortalama eğimleri dikkate alınarak bu sınırları aşan kesim alanları bölünmüş ve böylece alan sınırlamalarını dikkate alan 60 adet

\* Bu değerler, her bir üretim birimi için kesme, sürütme, taşıma, gençleştirme, satış ve idare masraflarının toplamıdır.

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ  
BELİRLENMESİ

farklı kesim alanı elde edilmiştir. Bu kesim alanları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Çizelge 2’de “kesim alanı no” sütunlarında bulunan numaraların ilki üretim birimi numarasını, parantez içerisinde belirtilen rakamlar ise bu üretim birimi içerisindeki kesim alanının numarasını belirtmektedir. 1 nolu kesim alanında olduğu gibi bazılarında ise sadece tek bir rakam bulunmaktadır. Bu durumda 1 nolu üretim biriminde, alan kısıtlamasına uygun olarak tek bir kesim alanı yer almaktadır.

Belirlenen kesim alanları incelendiğinde 2,5 ha ile 26,5 ha arasında değiştiği görülmektedir. 89, 90 ve 98 nolu üretim birimlerinin eğimleri %0-30 grubunda yer aldığı için yapılan ayırmda 30 ha’ı aşmama koşulu, diğer üretim birimlerinin eğimleri %31-60 eğim grubunda yer aldığı için 20 ha’ı aşmama koşulu dikkate alınmıştır.

Çizelge 2. Kesim Alanları

Karar Değiş. No	Kesim Alanı No	Alanı (ha)	Karar Değiş. No	Kesim Alanı No	Alanı (ha)
1	1	8,5	31	63	3
2	5	15	32	65	9,5
3	6(1)	16,5	33	66(1)	14
4	6(2)	16	34	66(2)	14
5	9(1)	17	35	66(3)	15
6	9(2)	9	36	67	6
7	9(3)	16,5	37	68	2,5
8	9(4)	8	38	76	15,5
9	10(1)	12,5	39	77	10,5
10	10(2)	13	40	78(1)	13
11	10(3)	14	41	78(2)	13,5
12	10(4)	14	42	80(1)	18,5
13	13	9	43	80(2)	18,5
14	18	15	44	89(1)	16
15	38(1)	7,5	45	89(2)	7,5
16	38(2)	14,5	46	89(3)	17,5
17	38(3)	6	47	89(4)	21,5
18	42	8	48	89(5)	20
19	47(1)	14	49	90(1)	26
20	47(2)	14	50	90(2)	26,5
21	47(3)	14	51	97(1)	15
22	48(1)	16	52	97(2)	16
23	48(2)	16	53	98(1)	12
24	50	12	54	98(2)	13,5
25	52(1)	18	55	98(3)	21
26	52(2)	19	56	101	6,5
27	52(3)	19	57	108	5
28	62(1)	14	58	125	4,5
29	62(2)	14	59	126(1)	12
30	62(3)	14,5	60	126(2)	12

Çizelge 2’de görülen 60 adet kesim alanının topografik harita ile meşcere tipleri haritası ve arazi çalışmalarına göre birbirinin komşusu olabilecek kesim alanları belirlenmiş ve Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3’de görülen komşuluklara göre (2) nolu komşuluk kısıtları oluşturulmuştur. Komşuluk kısıtlarının daha açık bir şekilde anlaşılabilmesi için modelde yer alan (2) nolu kısıta örnek olarak Çizelge 3’de görüldüğü gibi birbirine bitişik olan 59 ve 60 nolu karar değişkenlerine ilişkin kısıtlar aşağıda gösterilmiştir:

Çizelge 3. Kesim Alanları Arasındaki Komşuluklar

Karar Değişkeni No	Kesim Alanı No	Komşusu	Karar Değişkeni No	Kesim Alanı No	Komşusu
1	1	-	31	63	-
2	5	-	32	65	-
3	6(1)	6(2)	33	66(1)	52(2), 66(2), 66(3)
4	6(2)	6(1), 9(1), 10(1)	34	66(2)	66(1), 66(3)
5	9(1)	6(2), 9(2)	35	66(3)	52(3), 66(1), 66(2)
6	9(2)	9(1), 9(3)	36	67	-
7	9(3)	9(2), 9(4)	37	68	-
8	9(4)	9(3), 10(3)	38	76	-
9	10(1)	6(2), 10(2)	39	77	-
10	10(2)	10(1), 10(4)	40	78(1)	78(2)
11	10(3)	9(4), 10(4)	41	78(2)	78(1)
12	10(4)	10(2), 10(3)	42	80(1)	80(2)
13	13	-	43	80(2)	80(1)
14	18	-	44	89(1)	89(2), 89(3), 89(4)
15	38(1)	38(2)	45	89(2)	89(1), 89(4)
16	38(2)	38(1), 38(3)	46	89(3)	89(1), 89(4), 90(1)
17	38(3)	38(2)	47	89(4)	89(1), 89(2), 89(3), 89(5)
18	42	-	48	89(5)	89(4), 90(2)
19	47(1)	47(2), 47(3)	49	90(1)	89(3), 90(2)
20	47(2)	47(1), 47(3)	50	90(2)	89(5), 90(1)
21	47(3)	47(1), 47(2)	51	97(1)	97(2)
22	48(1)	48(2)	52	97(2)	97(1), 98(1)
23	48(2)	48(1), 62(3)	53	98(1)	97(2), 98(2)
24	50	-	54	98(2)	98(1), 98(3)
25	52(1)	52(2)	55	98(3)	98(2)
26	52(2)	52(1), 52(3), 66(1)	56	101	-
27	52(3)	52(2), 66(3)	57	108	-
28	62(1)	62(2)	58	125	-
29	62(2)	62(1), 62(3)	59	126(1)	126(2)
30	62(3)	48(2), 62(2)	60	126(2)	126(1)



ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ  
BELİRLENMESİ

$$X_{59,1} - X_{60,5} - X_{60,6} - X_{60,7} - X_{60,8} - X_{60,9} - X_{60,10} \leq 0 \quad (7)$$

$$X_{59,2} - X_{60,6} - X_{60,7} - X_{60,8} - X_{60,9} - X_{60,10} \leq 0 \quad (8)$$

$$X_{59,3} - X_{60,7} - X_{60,8} - X_{60,9} - X_{60,10} \leq 0 \quad (9)$$

$$X_{59,4} - X_{60,8} - X_{60,9} - X_{60,10} \leq 0 \quad (10)$$

$$X_{59,5} - X_{60,9} - X_{60,10} - X_{60,1} \leq 0 \quad (11)$$

$$X_{59,6} - X_{60,10} - X_{60,1} - X_{60,2} \leq 0 \quad (12)$$

$$X_{59,7} - X_{60,1} - X_{60,2} - X_{60,3} \leq 0 \quad (13)$$

$$X_{59,8} - X_{60,1} - X_{60,2} - X_{60,3} - X_{60,4} \leq 0 \quad (14)$$

$$X_{59,9} - X_{60,1} - X_{60,2} - X_{60,3} - X_{60,4} - X_{60,5} \leq 0 \quad (15)$$

$$X_{59,10} - X_{60,1} - X_{60,2} - X_{60,3} - X_{60,4} - X_{60,5} - X_{60,6} \leq 0 \quad (16)$$

(7) nolu denklemin anlamı, eğer 126(1) nolu kesim alanı (59 nolu karar değişkeni) 1. yılda kesilirse, 126(2) nolu kesim alanı (60 nolu karar değişkeni) ancak 5.-10. yıl arasında bulunan herhangi bir yılda kesilebilecek, diğer yıllarda ise kesilemeyecektir. Böylece birbirine bitişik olan kesim alanları arasındaki zaman düzenlemesi yapılabilecektir. Bu şekilde yazılan 10 kısıt ile iki kesim alanı arasındaki tüm komşuluk alternatifleri değerlendirilebilmektedir. Böylece birbirine bitişik olan ve Çizelge 3'de belirtilen tüm kesim alanları için bu kısıt kümeleri oluşturulmuştur.

### 3.2. Çözüm Sonuçları

Komşuluk kısıtlamalarını dikkate alarak oluşturulan 0-1 tam sayılı programlama modeline araştırma alanına ilişkin veriler girilerek Industrial LINDO 6,1 programında çözümlenmeleri yapılmıştır. Optimum çözüme 177444 iterasyonda, 1978 dallanma ile 1 dakika 10 saniyede ulaşılmıştır.

Modelin çözüm sonuçlarına göre yıllar itibariyle hangi alanlardan kesim yapılacağı, Çizelge 4'de görülmektedir. Çözüm sonuçlarına göre, yıllık olarak tüm komşuluk kısıtlarına uyulmuştur. Yıllar itibariyle elde edilecek toplam yapacak ve yakacak odun miktarları incelendiğinde sapmalar olabildiğince minimize edilmiştir (Çizelge 5). Modelde bu sapmaların minimize edilmesini sağlamak üzere, (4), (5) ve (6) nolu kısıtlar olmasına rağmen yıllık elde edilecek toplam yapacak ve yakacak odun miktarları ilk 8 yılda büyük farklılıklar göstermezken, son yıllarda bu değerlerde düşüş olmuştur. Bu şekildeki sapmaların iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi, kesim alanlarının büyüklüklerinin ve buna bağlı olarak toplam yapacak ve yakacak odun miktarlarının farklı olması ve modelin (0-1 tamsayılı programlama modeli) özelliği itibariyle kesim alanlarının bölünebilir durumda olmaması, ikincisi ise komşuluk kısıtlamaları ile kesim alanlarının yıllar itibariyle değişiminin sıralamayı tümünden etkilemesidir.

Modelde kesim alanlarından elde edilecek toplam yapacak ve yakacak odun miktarlarının yıllar itibariyle aynı olacağı varsayılmıştır. Ancak, bir kesim alanının ilk yıl yerine, son yılda (10. yılda) kesilmesi ile yapacak ve yakacak odun miktarı yıllık artıma bağlı olarak değişecektir. Ancak yaş sınıfları itibariyle en yaşlı olan kesim alanları belirlendiği için bu değişikliğin çok büyük farklılıklar göstermeyeceği belirtilmelidir. Bunun yanında uygulama sırasında yapılacak izleme ve değerlendirme çalışmaları ile de bu farklılıklar değerlendirilebilecektir.

Çizelge 4. Yıllık Optimum Kesim Planı

Yıl	Kesim Alanı No	Alan (ha)	Yıl	Kesim Alanı No	Alan (ha)
1	9(1)	17	6	1	8,5
	10(1)	12,5		18	15
	10(3)	14		65	9,5
	42	8		66(2)	14
	47(1)	14		89(1)	16
	62(3)	14,5		89(5)	20
	63	3		<b>Toplam</b>	<b>83</b>
<b>Toplam</b>	<b>83</b>				
2	6(1)	16,5	7	6(2)	16
	48(1)	16		9(2)	9
	66(3)	15		52(1)	18
	89(4)	21,5		52(3)	19
	98(1)	12		80(2)	18,5
<b>Toplam</b>	<b>81</b>	<b>Toplam</b>	<b>80,5</b>		
3	9(3)	16,5	8	13	9
	52(2)	19		38(1)	7,5
	80(1)	18,5		38(3)	6
	98(3)	21		48(2)	16
	101	6,5		62(2)	14
<b>Toplam</b>	<b>81,5</b>	67	6		
4	5	15	9	78(2)	13,5
	38(2)	14,5		98(2)	13,5
	62(1)	14		<b>Toplam</b>	<b>85,5</b>
	77	10,5		9(4)	8
	78(1)	13		10(4)	14
	108	5		47(3)	14
	125	4,5		76	15,5
126(1)	12	97(2)	16		
<b>Toplam</b>	<b>88,5</b>	126(2)	12		
5	10(2)	13	10	<b>Toplam</b>	<b>79,5</b>
	47(2)	14		66(1)	14
	50	12		89(2)	7,5
	68	2,5		89(3)	17,5
	90(1)	26		90(2)	26,5
	97(1)	15		<b>Toplam</b>	<b>65,5</b>
<b>Toplam</b>	<b>82,5</b>				

Çizelge 5. Yıllık üretim miktarları

Yıl	Toplam Yapacak ve Yakacak Odun Miktarı m <sup>3</sup>	Yıl	Toplam Yapacak ve Yakacak Odun Miktarı m <sup>3</sup>
1	17879,198	6	17155,628
2	17714,538	7	17605,189
3	17823,887	8	17824,961
4	17914,902	9	16734,197
5	17974,816	10	14324,719

ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ  
BELİRLENMESİ

Komşuluk kısıtlamasına göre yıllar itibariyle kesilecek alanların belirlenmesi işleminde kesim alanı büyüklüklerinin üst sınırlarının dikkate alınması eleştirilebilir. Bu kapsamda daha küçük kesim alanları belirlenerek de yıllık sıralamanın yapılması mümkündür. Bu durumda modelde yer alacak olan karar değişkeni ve kısıt sayısı artacaktır.

Komşuluk kısıtlamalarına göre yapılan yıllık kesim planı, bir model denemesi şeklinde değerlendirilmelidir. Bu şekilde yapılan belirlemelerde farklı alanlar için farklı bir takım kısıtlamalar da bulunabilir. Bu kısıtlar sayısallaştırılabildiği takdirde modele eklenmesi ile yeni çözümlerin elde edilmesi olanaklıdır. Bunun yanında gençleştirme çalışmalarını etkileyen hakim rüzgarın yönü, gençleştirme yöntemi, bol tohum yılları gibi faktörlere göre de modelde değişiklik yapma olanağı bulunmaktadır. Buna göre komşu olan kesim alanlarının hangisinin önce yer alacağı gibi değerlendirmeler modele eklenebilir.

Komşuluk kısıtlamasına yönelik olarak yapılan çözümlerle ortaya çıkan yıllık sıralama, net gelirler açısından incelendiğinde (Çizelge 6), ilk 8 yıl için oluşan net gelirlerin birbirine yakın değerleri aldığı, bazı yıllarda ise ilk yıllara göre daha yüksek net gelirlerin elde edilebileceği görülmektedir. Yıllar itibariyle elde edilecek net gelirlerin NBD'lerinin toplamı 11637630,22 YTL olarak bulunmuştur.

### 3.3. İşlendirme Düzeyi

Plan süresi içerisinde kesim yapılacak alanlarda üretim etkinlikleri (kesme, sürütme ve taşıma) için ihtiyaç duyulacak çalışma zamanları ve bu çalışma zamanlarının yıllar itibariyle dağılımının ne olacağını belirlenmesi de birçok açıdan önem taşımaktadır.

Gerekli işçi ve makine çalışma zamanlarının belirlenmesi, orman işletmelerinin her yılın öncesinde iş hacmine bağlı olarak yapılan bütçe tekliflerinin optimum olarak belirlenebilmesi açısından önemlidir. Çünkü bütçelerin belirlenmesindeki yönetsel sürece göre (Eker, 2004), çalışma zamanlarının bütçe tekliflerinde yer alması gerekmektedir.

Çizelge 6. Yıllık net gelir ve NBD

Yıl	Yıllık Toplam Net Gelir (YTL)	Yıllık Toplam Net Gelirlerin NBD'si (YTL)
1	1397929,46	1397929,46
2	1358090,15	1318534,13
3	1383749,02	1304316,17
4	1366163,15	1250232,81
5	1351089,23	1200425,28
6	1279417,57	1103636,83
7	1362093,72	1140732,04
8	1373951,99	1117148,70
9	1259846,89	994534,76
10	1057049,00	810140,04
<b>Toplam</b>	<b>13189380,16</b>	<b>11637630,22</b>

Ayrıca, bu belirlenmeler ile periyodun tamamında yaratılacak işlendirme düzeyi, optimum işgücü ve makine kullanımı olarak belirlenebilecektir. Bu belirlenmeler, iş gücü planlamasına veri sağlayacaktır.

Bu açıdan her bir kesim alanının birim alanında tüm iş öğeleri için ortaya çıkan çalışma zamanları değerleri 288 Nolu Tebliğe göre (OGM, 1996b) ortalama olarak belirlenmiştir. Bu şekilde periyodun tamamında ortaya çıkan işgücü ve makine çalışma zamanları şu şekildedir:

- Kesme için toplam 183 312,55 saat işçi çalışma zamanı (KİÇZ)
- Kesme için toplam, 59 977,34 saat makine çalışma zamanı (MÇZ),
- Sürütme için toplam, 344 592,27 saat işçi çalışma zamanı (SİÇZ)
- Sürütme için toplam, 319 019,35 saat hayvan çalışma zamanı (HÇZ)
- Yükleme için toplam, 31 704,79 saat işçi çalışma zamanı (YİÇZ)
- Taşıma için toplam, 81 577,68 saat, kamyon çalışma zamanı (KÇZ)

Yukarıda belirtilen çalışma zamanlarının yıllar itibarıyla dağılımı Çizelge 7’de gösterilmiştir. Bu veriler, yukarıda belirtilen amaçlar için kullanılabilir niteliktedir. Örneğin, bütçe tekliflerinde yer alan tahmini çalışma zamanları yerine, bu çalışmadaki belirleme ile ortaya çıkan çalışma zamanlarının kullanımı daha uygun olacaktır.

Orman işletmelerinde üretim etkinlikleri emek yoğun teknolojilerin kullanımı ile gerçekleştirildiği için birim ürün başına işlendirme düzeyi diğer sektörlere oranla daha yüksektir. Odun üretim çalışmalarının yerel orman köylülerince gerçekleştirilmesine öncelik verilmesi, orman köy kooperatiflerinin desteklenmesine devam edilmesi ve bu amaçla gerekli mevzuat geliştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi şeklinde belirlenen stratejilere (Anonim, 2004) göre de bu durumun devam edeceği görülmektedir.

Çizelge 7. Yıllık Çalışma Zamanları

Yıl	KİÇZ (saat)	MÇZ (saat)	SİÇZ (saat)	HÇZ (saat)	KÇZ (saat)	YİÇZ (saat)	Toplam (Saat)
1	19204,41	6266,85	31323,13	29424,71	7573,76	3277,66	97070,52
2	18839,79	6161,67	34356,12	32273,76	8337,82	3247,29	103216,45
3	18392,93	6043,91	32415,58	29767,75	8216,82	3267,34	98104,33
4	19959,54	6533,95	30340,83	28501,69	8750,47	3284,11	97370,59
5	18418,04	6062,58	41108,12	37468,06	8787,10	3295,08	115138,98
6	18614,38	6037,49	38492,25	35805,06	8198,16	3144,88	110292,22
7	17626,82	5820,24	34549,53	31124,70	8030,86	3227,25	100379,40
8	19537,88	6341,18	30925,18	29051,02	8222,57	3267,60	97345,43
9	18269,57	5944,18	35620,62	33461,71	7925,54	3067,68	104289,30
10	14449,19	4765,29	35460,91	32140,89	7534,58	2625,90	96976,76
<b>Toplam</b>	<b>183312,55</b>	<b>59977,34</b>	<b>344592,27</b>	<b>319019,35</b>	<b>81577,68</b>	<b>31704,79</b>	<b>1020183,98</b>

Ayrıca, orman alanlarında odun üretiminin ve diğer ormancılık etkinliklerinin rasyonel yürütülmesi ilkesi çerçevesinde, ormana bağımlı ve gelir düzeyi düşük

## ODUN HAMMADDESİ ÜRETİMİNE YÖNELİK OPTİMUM YILLIK KESİM ALANLARININ BELİRLENMESİ

orman köylülerine mümkün olan en yüksek katkıların ve faydalanma imkanlarının sağlanması gerektiği şeklinde öneriler de bu durumu destekler niteliktedir (DPT, 2001). Burada yıllık sıralama ile yıllar arasındaki ürün dengelemesi yapıldığı için çalışma zamanları arasındaki farklılık da minimize edilmiş, böylece işleme düzeyleri arasında yöresel ölçekte denge kurulmaya çalışılmıştır (Çizelge 7).

Bunun yanında, her kesim alanı için birim alandaki (ha) çalışma zamanları belirlendiği gibi diğer etkinlikler için de (aralama, bakım vb.) bu tür belirleme ve değerlendirmelerin yapılması mümkün olmaktadır.

### 3.4. Tartışma

Eğer kesim alanlarının yıllık sıralamasında her yıl eşit miktarda alanın üretime konu olmasının dışında her hangi bir kısıt bulunmuyorsa, o takdirde sıralama ölçütü net gelir büyüklükleri olmakta ve net geliri en büyük olan kesim alanından başlamak üzere yıllık sıralama oluşturulmaktadır. Bu yöntem, Ok (1997a) ve Ok (1997b) tarafından kullanılmıştır. İlgili yöntemde göre de ortaya konulan sıralama, net bugünkü değeri maksimize edecek şekilde oluşmaktadır. Bu bölümde iki farklı yöntem karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Çizelge 8’de, sadece her yıl eşit miktarda alanın üretime konu olması durumunda, yıllık kesim planı görülebilmektedir. Bu sıralama yukarıda belirtildiği gibi kesim alanlarının hektardaki net gelir büyüklüklerine göre elde edilmiştir. Çizelge’de görüldüğü gibi, ilk yıl 81,5 ha diğer yıllarda ise 81 ha alanda kesim yapılacaktır.

İlk periyotta üretime konu olacak alanların yıllar itibariyle sıralamasının yapılması amacıyla ortaya konulan iki farklı yöntemde de amacın net gelir maksimizasyonu olduğu görülmektedir. Ancak aradaki en önemli farklılık, komşuluk kısıtlamasının dikkate alındığı modelde ortaya konulan kısıtlardan kaynaklanmaktadır. Buna göre iki farklı yöntemde göre yapılan çözüm ile kesim alanlarının yıllık sıralaması farklı şekilde oluşmuştur (Çizelge 4 ve Çizelge 8). Bu farklılığın hem her yıl hem de tüm periyot düzeyinde net gelirler üzerinde yarattığı değişim Çizelge 6 ve Çizelge 9’da görülmektedir.

Çizelge 9’da görüldüğü gibi, net gelir büyüklüklerine göre oluşan sıralamada yıllık net gelirler, ilk yıldan başlayarak azalarak devam etmektedir. Bu durum sıralamanın en büyük net gelire sahip kesim alanından başlanarak yapılması nedeniyle oluşmuştur. Bu şekilde tüm kesim alanlarının toplam NBD’si 11652004,08 YTL olarak hesaplanmıştır. Komşuluk kısıtlamasına yönelik olarak yapılan çözümler ile ortaya çıkan yıllık sıralamada elde edilecek net gelirlerin NBD’lerinin toplamı 11637630,22 YTL olarak bulunmuştur (Çizelge 6).

İki sıralama arasında toplam NBD’ler açısından 14373,86 YTL bir fark ortaya çıkmıştır. Komşuluk kısıtlamasına göre oluşturulan model de sonuçta NBD’yi en büyük yapan sıralamayı ortaya koymayı amaçladığı için NBD’ler açısından ortaya çıkan fark minimize edilmeye çalışılmıştır. Bu fark, iktisadi açıdan komşuluk kısıtlamasının fırsat maliyeti olarak değerlendirilmelidir. Çünkü, bu kısıtlar altında oluşan sıralama ile 14373,77 YTL elde edilemeyecektir.

Çizelge 8. Net gelir büyüklüğüne göre yıllık kesim planı

Yıl	Kesim Alanı No	Alan (ha)	Yıl	Kesim Alanı No	Alan (ha)
1	6	32,5	6	13	9
	62	42,5		47	42
	98	6,5		66	26
	Toplam	81,5		89	4
2	9	41	Toplam	81	
	98	40	7	89	78,5
	Toplam	81	126	2,5	
3	9	9,5	Toplam	81	
	10	45,5	8	90	52,5
	50	12	97	7	
	65	9,5	126	21,5	
	125	4,5	Toplam	81	
4	Toplam	81	9	5	15
	10	8	67	5	
	48	32	77	10,5	
	52	34,5	78	26,5	
	101	6,5	97	24	
5	Toplam	81	Toplam	81	
	52	21,5	1	8,5	
	63	3	18	15	
	66	17	38	28	
	68	2,5	42	8	
	80	37	67	1	
Toplam	Toplam	81	76	15,5	
			108	5	
			Toplam	81	

Çizelge 9. Net gelir büyüklüğüne göre oluşturulan sıralamada yıllık net gelir ve NBD

Yıl	Yıllık Toplam Net Gelir (YTL)	Yıllık Toplam Net Gelirlerin NBD'si (YTL)
1	1453354,16	1453354,16
2	1409652,88	1368595,03
3	1377861,52	1298766,63
4	1352360,48	1237601,41
5	1335624,33	1186684,91
6	1311573,25	1131374,61
7	1308804,29	1096102,99
8	1302615,83	1059145,87
9	1254919,69	990645,19
10	1082613,75	829733,29
<b>Toplam</b>	<b>13189380,16</b>	<b>11652004,08</b>

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yıllık kesim planlarında gençleştirme alanlarının büyüklüğü ile ilgili olarak belirlenen ekolojik kısıtlar (komşuluk kısıtları) dikkate alınarak oluşturulan 0-1 tamsayı programlama modeli ile, komşuluk kısıtlarının yanında, yıllar itibariyle üretilecek odun hammaddesinin olabildiğince eşit olması sağlanmıştır. Böylece biyolojik, ekolojik ve ekonomik yönden uygun bir kesim planı yapılmıştır. Bu şekilde yapılan yıllık kesim planı, uygulama açısından kullanılabilir niteliktedir. Model, farklı kısıtlar gündeme geldiğinde geliştirilebilecek durumdadır.

Üretim masraflarının iş-zaman analizlerine bağlı olarak hesaplanması ile her bir üretim biriminin, üretim hacmine bağlı olarak gerekli olan işgücü ve makine zamanları da belirlenebilmektedir. Böylece kesilerek gençleştirilecek alanların, hem periyodun tamamında hem de periyot içerisindeki yıllarda yaratacağı istihdam hacmi, çalışma zamanları itibariyle hesaplanmıştır. Bu çalışma zamanları, işgücü planlamasına veri sağlayabilecek, işletmelerin yıllık bütçelerinin yapılması için optimum veriler olarak üst birimlere iletilebilecek ve yöresel olarak optimum işlendirme düzeyi belirlenebilecektir.

Yapılan yıllık kesim planında üretim miktarı açısından denge gözetildiği için dolayısıyla işgücü ve makine kullanımı da olabildiğince dengelenmiştir. Böylece, oluşan istihdamın yıllar arasında yöresel ölçekte dengeli olarak dağıtılması sağlanabilmiştir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma; SDÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından “Doktora Tezi Projesi (Proje No: 03-D-801)” olarak desteklenen ve SDÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında tamamlanan “*Orman İşletmelerinde Üretim Planlarının Optimizasyon Olanakları ve Bir Uygulama*” adlı doktora tezinin bir bölümünün özetidir.

#### KAYNAKLAR

- Anonim, 2004. Ulusal Ormanlık Programı (2004-2023). Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 95 s.
- Boston, K. ve Bettinger, P., 2001. The Economic Impact of Green-up Constraints in the Southeastern United States. *Forest Ecology and Management*, 145(3):191-202.
- Brumelle, S., Granot, D., Hamle, M. ve Vertinsky, I., 1998. A Tabu Search Algorithm for Finding Good Forest Harvest Schedules Satisfying Green-up Constraints. *European Journal of Operational Research*, 106(2-3): 408-424.
- DPT, 2001. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormanlık Özel İhtisas Komisyon Raporu. DPT Yayınları, ISBN 975 . 19 . 2555 – X, Ankara, 539 s.
- Eker, M., 2004. Ormanlıkta Odun Hammaddesi Üretiminde Yıllık Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 239 s.
- Eraslan İ. ve Eler, Ü., 2003. Orman İşletmesinin Planlanması ve Denetimi. S.D.Ü. Yayın No: 35, ISBN 975-7929-64-6, Isparta, 408 s.
- Geray, U., 1978. Ormanlıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar. İ.Ü: Yayın No: 2409, Orman Fakültesi Yayın No: 255, İstanbul, 158 s.

- Jones, J.G., Meneghin, B.J. ve Kirby, M.W., 1991. Formulating Adjacency Constraints in Linear Optimization Models for Scheduling Projects in Tactical Planning. *Forest Science*, 37(5): 1283-1297.
- Mcdill, M.E., Rebain, S.A. ve Braze, J., 2002. Harvest Scheduling with Area-Based Adjacency Constraints. *Forest Science*, 48(4): 631-642.
- Mullen, D. S., 1996. A Comparison of Genetic Algorithms and Monte Carlo Integer Programming for Optimization of Adjacency Constrained Timber Harvest Scheduling Problems. Master of Science in Computer and Information Sciences, University of North Florida, USA, 251 s.
- Nalle, D.J., Arthur, J.L. ve Montgomery, C.A., 2005. Economic Impacts of Adjacency and Green-Up Constraints on Timber Production at a Landscape Scale. *Journal of Forest Economics*, 10 (4): 189-205.
- OGM, 1996a. Pamucak Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı. Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Burdur, 321 s.
- OGM, 1996b. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 199 s.
- OGM, 1991. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi Hakkında Yönetmelik. OGM Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 98 s.
- OGM, 1998. Pamucak Orman İşletme Şefliği Detay Silvikültür Planı (A-Kızılcım İşletme Sınıfı (1997-2006)). Bucak Orman İşletme Müdürlüğü, Burdur, 33 s.
- Ok, K., 1997a. Aynı Yaşlı Ormanlarda Kesim Düzeninin Ekonomik Analizi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 228 s.
- Ok, K., 1997b. Aynı Yaşlı Ormanlarda Yıllık Kesim Alanlarının Sıralanması İşlemine Eleştirel Yaklaşım. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 47(1): 167-188.
- Sun, O., Eren, M.E. ve Orpak, M., 1977. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması. TÜBİTAK, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG-288, Ankara, 199 s.
- Weintraub, A., Barahona, F. ve Epstein, R., 1994. A Column Generation Algorithm for Solving General Forest Planning Problems with Adjacency Constraints. *Forest Science*, 40 (1): 142-161.