
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	B	BAND	30	HEFT	2	1980
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

**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**



YÖNEYLEM ARAŞTIRMA METODLARININ ORMANCILIKTA KULLANILABİLECEĞİ ALANLAR VE BAZI UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Asis. Ünal ASAN 1

1. ORMANCILIKTA YÖNEYLEM ARAŞTIRMALARI

Günümüzde işletme yönetiminde artık sağduyu ve elyordamı gibi subjektif kriterlerden vazgeçilerek bilim ve tekniğe başvurulmaktadır. İleriye dönük kararların alınmasında «Yöneylem Araştırma Metodları» adı verilen matematiğe dayalı modellerden yararlanılmakta ve böylece hem karara esas olacak etmenleri daha gerçekçi bir yaklaşımla irdeleme olanağı elde edilmekte ve hem de karar almada daha objektif davranılmaktadır. Ormanlık sektörü de bu olgudan soyutlanmadığından, pek çok ormancı bilim adamı ve araştırmacı karar verme işlemiyle ilgili sorunlarına bu yöntemlerle çözüm aramaya çalışmaktadır.

Ancak, soyut ekonomik kavram açısından, Yöneylem Araştırmalarının çokça uygulandığı sektörlerdeki faaliyetlerden beklenen fayda ile ormanlık sektöründeki faaliyetlerden beklenen faydanın farklı oluşu, ormancıyı bulunan çözümleri ayrıca yorumlama zorunda bırakmıştır. Diğer bir deyişle, salt ekonomik açıdan maksimum gelir veya minimum gider sağlayan bir çözüm ormanlıkta her zaman kabul görmemektedir. Bu sektörde maksimum faydalanmadan amaç; biyolojik dengeyi bozmadan ve ormanın üretim kapasitesinde bir azalmaya meydan vermeden mevcut ormandan çok amaçlı faydalanma prensibine göre *maksimum* ve *sürekli* bir şekilde faydalanmak olduğundan, ormancı tek bir amacı maksimize eden çözümlere değil, birden fazla amacı birlikte sağlayan *optimum çözümlere* yönelmiştir.

Bilindiği gibi Doğrusal Programlama, Dinamik Programlama, Oyunlar Teorisi, Kuyruk Teorisi, Simülasyon, Kritik Yörünge Metodu (Critical Path Method, CPM) ve Programları Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (Program Evaluation and Review Technique, PERT) gibi Yöneylem Araştırma Metodlarından her birisi, yapısal bakımdan değişik problemlerin çözümü amacı ile geliştirilmiş birer kalıp veya modeldir. Her model kendi kuralları içinde geçerli olduğundan, bu metodlardan herhangi birisiyle çözüme ulaşmak, ancak problemin yararlanılan modele uygun olması ile mümkündür.

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMALARI METODLARININ ORMANCILIKTA KULLANILABİLECEĞİ ALANLAR

Ormanlık sorunlarının çözülmesinde ve faaliyetlerin planlanmasında eskiden beri matematiksel modellerden istifade edilmiştir. Bilhassa servet ve artım ile ilgili

li sorunlar genellikle toplu olay karakterleri taşıdıklarından istatistik ölçülerle tanımlanmış ve tahminler yine istatistik modellerle yapılmıştır. Fakat özellikle üretim olayının geniş sahada, doğaya açık ve uzun süreli oluşu ve keza toplu olay karakteri göstermesi alınan sonuçları matematiksel kesinlikte kılmamıştır. Ayrıca üretim üzerinde çeşitli seçenekler etkili olmuştur. İşte bu noktada, sorunun karakterine ve gözetilen amaca göre değişik çözümlerden en elverişlisinin seçimi konusunda yöneylem araştırma metodlarından matematiksel programlamaya baş vurulmuştur.

Bu tür sorunlar Kalıpsız tarafından :

1. Ormancılık teknik araştırmalarında yer seçimi öncelik sırası
2. Ağaç türü seçiminde öncelik sırasının saptanması
3. Ağaçlama ve bakım çalışmalarının şekil ve şiddetinin kararlaştırılması
4. Amaca, ağaç türüne ve piyasa koşullarına göre idare müddetinin kararlaştırılması
5. Orman amenajman planlarının düzenlenmesi
6. Üretim çeşit ve miktarlarının saptanması
7. Millî ormancılık politikasının tesbiti
8. İşletmelerin üretim, pazarlama ve transport sorunlarının çözümleri şeklinde sıralanmış ve bu alanda *Kishin*, *Patrone* ve *Hool* tarafından yapılan çalışmalardan örnekler verilmiştir (KALIPSIZ, 1969).

Eraslan bu konuda yaptığı çeşitli yayınlarda optimizasyon ile ilgili sorunlara ağırlık vermekte ve özellikle amenajman ile ilgili olarak :

1. En uygun amaç ve amaç kombinasyonlarının saptanması
2. En uygun ağaç türü ve türlerinin seçimi
3. En uygun meşcere kuruluşunun saptanması
4. En uygun yapay veya doğal gençleştirme metodunun seçimi
5. En uygun meşcere bakımı metodunun seçimi
6. En uygun idare müddetinin saptanması
7. En uygun düzenleme süresinin saptanması
8. En uygun periyodik gençleştirme ve faydalanma alanının saptanması

gibi problemlerin çözümünde optimal karar verme yöntemlerine başvurulması gereğine işaret etmektedir.

2.1. Yapılmış uygulamalardan örnekler

Yöneylem Araştırmaları Metodlarından ormancılık alanında kullanılan birkaçı şunlardır.

Optimal kuruluştan çeşitli şekillerde sapma gösteren aktüel kuruluşlu ormanları optimal kuruluşlara ulaştırmada izlenecek yol ve yöntemin tesbitinde Simülasyon Metodundan faydalanan *Soykan*, Kızılcım, Karaçam ve Sedir ağaç türlerinin yayıldığı alanlardaki Örnek Devlet Orman İşletmelerinden üçüne ait Amenajman Planlarını ele alarak, bu planlardaki aktüel kuruluşların optima'le ulaştırılmasında takip edilecek yöntemleri değişik idare süreleri itibarile incelemiştir. Aynı yazar anılan bu çalışmasında ayrıca idare müddetinin tesbiti sorununa da eğilmiş ve yu-

karıda sözü edilen ağaç türleri için saptanan işletme amaçlarına göre optimal idare sürelerini de belirlemiştir (SOYKAN, 1979).

Çağlar ve Konur «Devlet Orman İşletmelerince Üretilen Hammadde Odunun Ülkede Kurulu Bulunan Odun Kökenli Ürün Sanayilerine En Uygun Dağılımı» adlı altında yaptıkları bir araştırmada Yöneylem Araştırmaları Metodlarından Doğrusal Programlamayı ve bunun özel bir bölümü olan Ulaştırma Modeli tekniğini kullanarak ormancılık kesiminde üretilen hammadde odunun nitelik ve nicelik olarak ülkemiz ekonomisine olan maliyetini en düşük düzeyde tutacak biçimde bölgelerde kurulu odun kökenli ürün sanayilerine dağıtılması sorununa çözüm getirmişlerdir. Bu araştırmada hem mevcut sanayi kuruluşu itibarıyla olması gereken duruma orta-ya konmuş ve hem de yeni kurulacak odun kökenli sanayinin, en uygun kuruluş yerleri saptanmıştır (ÇAĞLAR ve KONUR, 1979).

Eraslan aynıyaşlı ve maktalı ormanların optimal kuruluşlarının grafik ve nümerik olara kortaya konulmasında Simülasyon Modelleri kullanmış ve bu modellerle göre optimalden sapma şekillerini ortaya koymuştur (ERASLAN, 1971, S. 232-255).

Kishin ve Patrone'nin ağaç türü seçimi, ağaçlandırma ve bakım metodlarının saptanması, optimum tür ve optimum kesim yaşının birlikte saptanması konularında Simplex Yöntemini kullandıkları, *Hool* adlı bir başka araştırmacının, odun hasılatını maksimum yaparken, üretim giderlerini minimum kılacak, uzun süreli müdahaleleri yer ve zaman göstererek planlamada Dinamik Programlamadan yararlandığı, kereste fabrikalarının faaliyetlerini zayıf ve zaman etüdüleri bakımından incelemek ve net geliri maksimum kılacak bir plan hazırlamak düşüncesiyle Matematiksel Programlamadan yararlanma olanakları üzerinde durulduğu *Kalipsiz* tarafından ifade edilmektedir (KALIPSIZ, 1969, 5, S. 22).

Krishna, ormancılık sektöründe üretim ve yatırımın aynı model içinde düşünülerek planlanmasının uzun yıllara dönük projeksiyonların yapılmasını şart koymasını, böyle hareket edince hem modelin çok büyümesi ve hem de çıktılarının güvenilirliğinin az olmasını eleştirerek, üretim planlamasına dönük model ile yatırım (ağaçlandırma) planlamasına dönük modellerin ayrılmasını teklif etmekte ve getirdiği «İki Aşamalı Ardışık Yaklaşım» modeliyle daha az veriyle daha güvenli sonuç alınabileceğini göstermektedir (KRISHNA, 1978, S. 68).

Buongiorno ve Teequarden Amerika'daki Douglas Göknaı ormanlarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarını iki ayrı model ile temsil etmişlerdir. Tam bir Simülasyon modeli olan birincisinde plantasyonlardaki artım, uygulanacak aralamaların şekil ve şiddetleriyle idare süreleri, yetiştirme muhiti, başlangıçtaki kapalılık, ağaçlandırma masrafları ve idari zorlukların fonksiyonu olarak elde edilmiştir. İkinci modelde Doğrusal Programlama ile değişik ağaçlandırma projelerinin beklenen değerleri (sağlayacakları alternatifler) tahmin edilmeye çalışılmış ve kısıtlı kaynakların optimum tahsis şekilleri belirlenmiştir (BUONGIORNO ve TEEGUARDEN, 1978, S. 36).

3. ORMAN AMENAJMANI İLE İLGİLİ BAZI PROBLEMLERİN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE ÇÖZÜMÜ

Yöneylem Araştırmaları Metodlarından ormancılık sektöründe yararlanma üzerinde yapılan çalışmaları gözden geçirdiğimizde, bu yöntemlerin en çok amenajman

çalışmalarına yansıtıldığını görürüz. Zira, ormancılık sektörü içinde amenaşman planlamasının yeri oldukça önemlidir. *Amenaşman bir karar organı olması sebebiyle bu sektörün beynini oluşturmakta ve onun tüm faaliyetlerini etüt ve kanalıze etmektedir.* Bu çalışmalarda önce hukuki düzen içinde orman sahiplerinin istekleri ve milli ormancılık politikası doğrultusunda işletme hedefleri tesbit edilir. Daha sonra ise *sahibi, sınırları ve işletme amaçları* belli olan bu saha içindeki ormanın yetişme muhiti koşulları ve orman kuruluşlarının özellikleri hakkında sayısal bilgiler toplanır (Envanter işleri). Nihayet eldeki bu bilgilerden yararlanarak, saptanan hedeflere varabilmek için uygulanacak faaliyetler, zaman ve yer göstererek bir plana bağlanır.

Amenaşman faaliyetlerinin özünü bu şekilde ortaya koyduktan sonra Yöneylem Araştırmaları Metodlarının özel bir uygulama şekli olan Doğrusal Programlamanın amenaşman problemlerinin çözümünde nasıl kullanıldığını üç somut örnekle göstereceğiz. Bu üç problemden ilkinde bir bozuk baltalığın ibrelili ormana dönüştürülmesi sorununa, ikincisinde ağaçlandırılması düşünölen bir orman içi açıklıkta piyasa araştırmalarına göre dikilmesi gereken yapraklı ve ibrelili tür seçimi sorununa, üçüncüsünde ise çok amaçlı kullanım prensibi esas alınarak çeşitli fonksiyonları bir arada görecek şekilde bir ormanda ayrılması gereken işletme sınıfları alanlarının miktarı sorununa çözümler aranacaktır. Bu problemlerden ilki Kalıpsız'ın, «Amenaşmanda Yöneylem Araştırmaları» adlı yapıtından alınarak çözümlü tarafımızdan yapılmıştır. Diğer iki problem ise salt örnek vermek amacıyla tarafımızdan derlenip çözüme ulaşılmıştır.

Problem I : 100 ha. lık bir bozuk ormanda tıraşlama kesimi yapılacaktır. Daha sonra ise bu sahanın 50 ha. rı aşmayacak kısmında ibrelili dikimi yapılmak, kalanı ise yine baltalık olarak işletilmek istenmektedir. İbrelili dikiminde tesis masrafı 1000 TL/ha. ve safi gelir 2000 TL/ha. baltalıktaysa kesim masrafı -00 TL/ha. ve safi gelir 400 TL/ha. olarak tahmin edilmektedir. Elde 20.000 TL. tahsisat bulunduğuna göre, bu tahsisatı aşmamak ve safi geliri azami kılmak üzere ne kadar sahada ibrelili dikimi yapılmalıdır?

Çözüm :

İbrelili orman miktarına X_1 , baltalık orman miktarına X_2 dersek, sorunu,

$$Z_{max} = 2000 X_1 + 400 X_2$$

Kısıtlayıcılar ;

$$X_1 \leq 50 \quad (1)$$

$$X_1 + X_2 = 100 \quad (2)$$

$$1000 X_1 + 100 X_2 \leq 20.000 \quad (3)$$

$$X_1 \geq 0 ; \quad X_2 \geq 0 \quad (4 \text{ ve } 5)$$

şeklinde formüle edebiliriz.

Bundan sonra bu kısıtlayıcıların herbirini bir denklem şeklinde düşünerek grafiklerini çizip, hepsinin bir arada çözümünü sağlayan çözüm alanını tesbit edebiliriz (Grafik 1).

1. Denklem : $X_1 \leq 50$

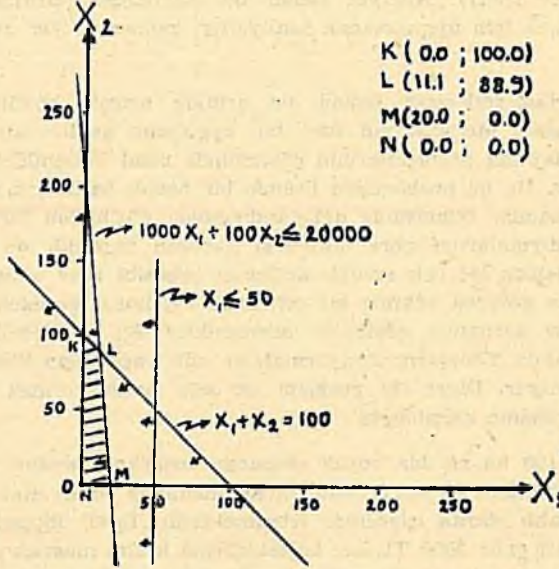
2. Denklem : $X_1 + X_2 = 100$

$X_1 = 0$ için $X_2 = 100$

$X_2 = 0$ için $X_1 = 100$

3. Denklem : $1000 X_1 + 100 X_2 = 20000$ $X_1 = 0$ için $X_2 = 200$
 $X_2 = 0$ için $X_1 = 20$
4. Denklem : $X_1 = 0$
5. Denklem : $X_2 = 0$

Çözüm alanı taralı alandır.



Grafik:1

Bu alan içindeki her nokta sorununun çözümünü verir. Fakat amaç fonksiyonunu maksimum yapan X_1 ve X_2 değeri bir tanedir. Bu noktayı tayin etmek için; kısıtlayıcı denklemlerin birbirini kestiği dört noktanın (K, L, M, N noktaları) ayrı ayrı X_1 ve X_2 değerlerini bulacak ve bunları amaç fonksiyonunda yerine koyacağız. En büyük değeri veren nokta safi geliri maksimum yapan noktadır.

K	noktasının	kordinatları	:	K	(0.0 ; 100.0)
L	»	»	:	L	(11.1 ; 88.9)
M	»	»	:	M	(20 ; 0)
N	»	»	:	N	(0 ; 0)

K, M, N noktalarının koordinatları grafikte kolayca görüldüğünden bir hesap yapılmamıştır. L noktası ise ikinci ve üçüncü denklemlerin kesim noktasıdır. O halde,

$$\begin{array}{r}
 100 \cdot (X_1 + X_2) = 100 \cdot 100 \\
 1000 X_1 + 100 X_2 = 20000 \\
 \hline
 \mp 100 X_1 \mp 100 X_2 = \mp 10000 \\
 1000 X_1 + 100 X_2 = 20000 \\
 \hline
 900 X_1 = 10000
 \end{array}$$

$$X_1 = \frac{10000}{900} = 11.1$$

$$X_2 = 100 - 11.1 = 88.9 \text{ dur.}$$

Maksimum kârı bulmak için K, L, M ve N noktalarının X_1 ve X_2 değerlerini ayrı ayrı amaç fonksiyonunda yerine koyalım.

$$Z_K = 2000 \times 0 + 400 \times 100 = 40.000$$

$$Z_L = 2000 \times 11.1 + 400 \times 88.9 = 22.200 + 35.560 = 57.760$$

$$Z_M = 2000 \times 20 + 400 \times 0 = 40.000$$

$$Z_N = 2000 \times 0 + 400 \times 0 = 0$$

Görüldüğü gibi en büyük değeri 57.760 lira ile L noktası vermektedir. O halde, kârı maksimum yapmak için bu ormanın 11.1 hektarında ibrelî dikimi yapılmalı, 88.9 hektarı ise yine baltalık olarak işletilmelidir.

Problem II : Ortalama boniteti II olan 150 ha. büyüklüğündeki bir orman içi açıklığın bir kısmında Karaçam, kalanında ise Kayın dikimi yapılacaktır. Cıvarda yapılan gözlem ve tesbitlere göre bu yetişme muhitinde Karaçam yıllık ortalama 3 m³, Kayın ise yıllık ortalama 4 m³ hasıla vermektedir. Piyasa araştırmalarından Karaçam'ın m³'ü 5000, Kayın'ın m³'ü 4000 liradan işlem gördüğü, ancak piyasa talebinin Karaçam için azami 375 m³, Kayın için ise 400 m³ ile sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

Bu durumda genel para hasılasını maksimum yapmak için bu 150 ha. alanın ne kadarında Karaçam, ne kadarında Kayın dikimi yapılmalıdır?

Çözüm :

Karaçam dikilecek alan X_1 , Kayın dikilecek kalan X_2 ile gösterilirse problem :

$$Z_{\max} = 5000 X_1 + 4000 X_2$$

Kısıtlayıcılar ;

$$X_1 + X_2 = 150 \quad (1)$$

$$3 X_1 \leq 375 \quad (2)$$

$$4 X_2 \leq 400 \quad (3)$$

$$X_1, X_2 \geq 0 \quad (4 \text{ ve } 5)$$

şeklinde formüle edilebilir.

Her bir kısıtlayıcıyı bir denklem şeklinde ele alarak, hepsinin birden ortak çözümünü veren grafikleri çizelim.

1. Denklem : $X_1 = 0$ için $X_2 = 150$

$X_2 = 0$ için $X_1 = 150$

2. Denklem : $3 X_1 = 375$;

$$X_1 = \frac{375}{3} = 125$$

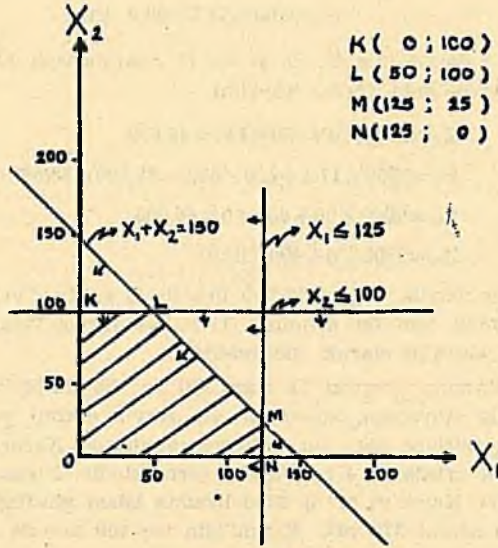
3. Denklem : $4 X_2 = 400$;

$$X_2 = \frac{400}{4} = 100$$

4. Denklem : $X_1 = 0$

5. Denklem : $X_2 = 0$

Bu denklemlerin hepsini aynı koordinat sisteminde göstererek grafik 2'yi elde edelim.



Graphik: 2

Taralı alan içindeki her nokta amacı sağlamaktadır. Ancak maksimum amaç K, L, M ve N noktalarından biriyle sağlanır. O halde bu üç noktanın koordinatları ayrı ayrı bulunup Zmax denkleminde yerine konursa, en büyük geliri sağlayan çözüm elde edilir.

K ve N noktalarının koordinatları grafikte kolayca görülmektedir.

L noktası için koordinatlar :

$$\begin{array}{r}
 4(X_1 + X_2) = 150 \cdot 4 \\
 (-1) \cdot 4X_2 = 400 \cdot (-1) \\
 \hline
 4X_1 + 4X_2 = 600 \\
 -4X_2 = -400 \\
 \hline
 4X_1 = 200 \\
 X_1 = 50 \\
 50 + X_2 = 150 \\
 X_2 = 150 - 50 = 100
 \end{array}$$

M noktası için koordinatlar :

$$\begin{array}{r}
 3(X_1 + X_2) = 150 \cdot 3 \\
 (-1) \cdot 3X_1 = 375 \cdot (-1) \\
 \hline
 3X_1 + 3X_2 = 450 \\
 -3X_1 = -375 \\
 \hline
 3X_2 = 75 \\
 X_2 = 25 \\
 X_1 + 25 = 150 \\
 X_1 = 150 - 25 = 125
 \end{array}$$

Bu durumda koordinatlar :

$$K \quad (0 ; 100)$$

$$L \quad (50 ; 100)$$

$$M \quad (125 ; 25)$$

$$N \quad (125 ; 0)$$

Bulunan bu değerleri $Z_{\max} = 5000 X_1 + 4000 X_2$ denkleminde yerine koyarsak

$$Z_K \text{ için } 400.000$$

$$Z_L \quad \cdot \quad 650.000$$

$$Z_M \quad \cdot \quad 725.000$$

$$Z_N \quad \cdot \quad 625.000$$

lira hasıla alındığı ve maksimum hasılanın 725.000 lira ile M noktasında meydana geldiği görülmektedir. O halde 150 ha alanın 125 ha'ında Karaçam, 25 ha'ında Kayın dikimi yapılmalıdır.

Problem III : İstanbul'un hemen yanında yer alan 5000 ha. büyüklüğünde ve içinde 7 adet içme suyu bendi bulunan Belgrad Ormanının hidrolojik, bilimsel, rekreasyon, estetik ve millî savunma fonksiyonları yanında yakacak odun üretim fonksiyonundan da yararlanılması düşünülmekte ve böylece bu ormanın çok amaçlı kullanım prensibi doğrultusunda işletilmesi istenmektedir. Bu ormanda içme suyu bentlerinin su toplama havzalarında en az 1200 ha. orman bulunmakta ve hidrolojik fonksiyonun işlerliği bu miktarın muhafazasını gerektirmektedir. İstanbul'un Trakya tarafındaki halkın rekreasyon ve sportif faaliyetleri için ise 2800 ha.'lık bir orman alanı yeterli olmaktadır. Öte yanda hem Bahçeköy halkı ve hem de işletme personelinin yakacak odun ihtiyacı için en az 2000 ha. üretim ormanına ihtiyaç vardır.

Hidrolojik fonksiyon ile rekreasyon fonksiyonunun bir arada görülmesi ve bu amaçla Muhafaza Ormanı İşletme Sınıfı adı ile ormanda özel bir bölüm ayrılması, bilimsel ve eğitim hizmetleri konusunda üretime ayrılacak bölümden faydalanılması, estetik ve millî savunma amacıyla ise, ormanın tümünden yararlanılması düşünülmektedir.

Yapılan tesbitlere göre bu ormanın üretim amacıyla işletilmesi halinde hektardan 8000.— TL., muhafaza ve rekreasyon amacıyla işletilmesi halinde ise hektardan 2000.— TL. sı bilet satışından, 1000.— TL. sı da orman içindeki kuru ve koçuk odunların satışından olmak üzere toplam 3000.— TL. sı gelir temin edilmektedir. Üretim ormanında idare ve yönetim gideri hektar başına 3000.— TL., muhafaza ormanında ise hektar başına 1000.— TL. sıdır. Orman İşletmesinin toplam bütçesi 10.500.000.— TL. sı olduğuna göre maksimum gelir için her iki işletme sınıfına ayrılacak alan miktarı ne olmalıdır?

Çözüm :

Üretim ormanı işletme sınıfı alanı X_1 , muhafaza ormanı işletme sınıfı alanı X_2 ile gösterilirse problemi şöyle formüle edebiliriz :

$$Z_{\max} = 8000 X_1 + 3000 X_2$$

Kısıtlayıcılar :

$$3000 X_1 + 1000 X_2 \leq 10.500.000 \quad (1)$$

$$X_1 + X_2 = 5000 \quad (2)$$

$$X_1 \geq 2000 \quad (3)$$

$$1200 \leq X_2 \leq 2800 \quad (4)$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0$$

Herbir kısıtlayıcıyı bir fonksiyon olarak düşünüp hepsini aynı koordinat sistemi üzerinde gösterirsek Grafik 3'ü elde ederiz. Grafikteki taralı alan bize çözüm olabilecek alternatifleri gösterir.

$$1. \text{ Denklem : } X_1=0 \text{ için } X_2 = \frac{10 \cdot 500 \ 000}{1000} = 10.500$$

$$X_2=0 \text{ için } X_1 = \frac{10 \cdot 500 \ 000}{300} = 3500$$

$$2. \text{ Denklem : } \begin{array}{l} X_1=0 \text{ için } X_2=5000 \\ X_2=0 \text{ için } X_1=5000 \end{array}$$

$$3. \text{ Denklem : } X_1=2000$$

$$4. \text{ Denklem : } X_2=2800$$

$$5. \text{ Denklem : } X_2=1200$$

Problemin çözümü taralı alan olmakla beraber maksimum gelir K, L, M, N, O noktalarından birisiyle sağlanır. Bu sebeple bu beş noktanın koordinatları ayrı ayrı bulunup amaç fonksiyonunda yerine konursa en büyük değeri veren koordinat değerleri, optimal çözümü verir.

K ve O noktalarının koordinatları Grafikten kolayca görülmektedir. K(2000 ; 2800); O(2000 ; 1200) dür. L noktasının kordinatları ise :

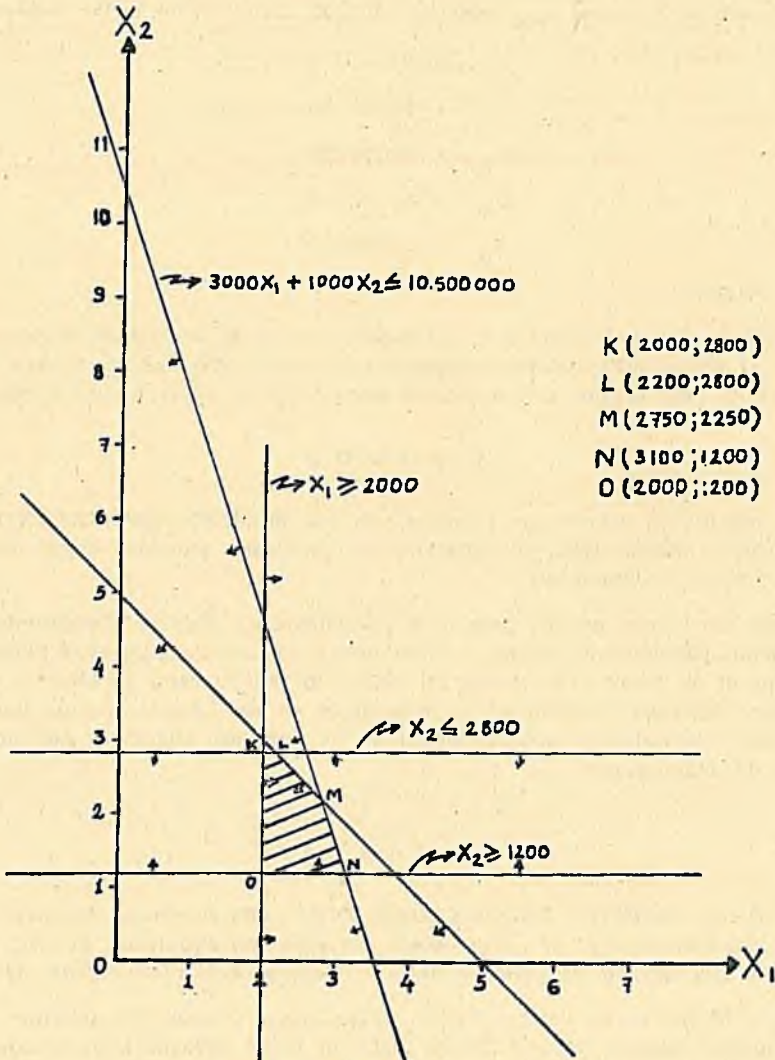
$$\begin{array}{r} X_1 + X_2 = 5000 \\ \mp X_2 = \mp 2800 \\ \hline X_1 = 2200 \\ 2200 + X_2 = 5000 \\ X_2 = 5000 - 2200 = 2800 \end{array}$$

M noktasının koordinatları :

$$\begin{array}{r} 3000X_1 + 1000X_2 = 10 \cdot 500 \ 000 \\ -1000(X_1 + X_2) = 5000 \cdot (-)1000 \\ \hline 2000X_1 = 5 \cdot 500 \ 000 \\ X_1 = \frac{5 \cdot 500 \ 000}{2000} = 2750 \\ 2750 + X_2 = 5000 \\ X_2 = 5000 - 2750 = 2250 \end{array}$$

N noktasının koordinatları :

$$\begin{array}{r}
 3000X_1 + 1000X_2 = 10.500.000 \\
 -1000 \cdot X_2 = 1200 \cdot (-)100 \\
 \hline
 3600X_1 = 9.300.000 \\
 X_1 = \frac{9.300.000}{3600} = 3.100 \\
 X_2 = 1200
 \end{array}$$



Grafik : 3

Bu durumda koordinatlar :

K	(2000 ; 2800)
L	(2200 ; 2800)
M	(2750 ; 2250)
N	(3100 ; 1200)
O	(2000 ; 1200)

Bu koordinat değerleri $Z_{\max} = 8000 X_1 + 3000 X_2$ denkleminde yerine konursa :

Z_K	için 24.400.000
Z_L	> 26.000.000
Z_M	> 28.750.000
Z_N	> 28.400.000
Z_O	> 19.600.000

değerleri bulunur.

Görüldüğü gibi maksimum gelir 28.750.000 lira ile M noktasında meydana gelmektedir. O halde 5000 hektarlık Belgrad Ormanının 2750 hektarı üretim amaçlı işletme sınıfı, 2250 hektarı ise muhafaza amaçlı işletme sınıfı olarak ayrılmalıdır.

4. SON U Ç

Son zamanlarda ormancılık alanında pek çok problemin çözümüne «Yöneylem Araştırmaları» metodlarıyla yaklaşılmakta ve problemin yapısına uygun modeller seçilerek çözüme varılmaktadır.

Burada örneklenen her üç problemin çözümünde de Doğrusal Programlamanın grafik çözüm yöntemi kullanılmıştır. Hem pratik ve hem de bilgisayar kullanımını gerektirmeyen bu yöntem ile ancak iki değişkenli küçük çaplı problemler çözülebilmektedir. Değişken adedinin üç ve daha fazla olması halinde çözüme lineer cebir teknikleri kullanılarak ulaşılabilmekte ve bu durumda bilgisayar kullanma zorunluluğu da doğmaktadır.

K A Y N A K L A R

BUONGIORNO, JASEPH - TEEGUARDEN, D. E., 1978. Operation Research Techniques in the Management of Large-scale Reforestation Programs. Pasific, Southwest Forest and Range Experiment Station. General Technical Report - 32.

ÇAĞLAR, YÜCEL ve KONUR, ERSEN, 1979. Devlet Orman İşletmelerince Üretilen Hammadde Odunun Ülkede Kurulu Bulunan Odun Kökenli Ürün Sanayilerine En Uygun Dağılımı. Millî Pradoktivite Merkezi Yayınları No. 234, Ankara.

ERASLAN, İSMAİL, 1971. Orman Amenajmanı, Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 169, İstanbul.

ERASLAN, İSMAİL, 1972. *Orman Kaynaklarımızdan Optimal Faydalanmanın Amenajman Esasları ve Metodları İle Gelecekte Alınması Gerekli Tedbirler*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 186, İstanbul.

KALIPSIZ, ABDÜLKADİR, 1969. *Orman Amenajmanında Yöneylem Araştırmalarından Faydalanma İmkânları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 19, Sayı 1.

KALIPSIZ, ABDÜLKADİR, 1973. *Ormancılık Araştırmalarının Programlanması*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 23, Sayı 1.

KALIPSIZ, ABDÜLKADİR, 1973. *Ormancılıkta Matematiksel Modeller ve Yöneylem Araştırmaları*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 23, Sayı 1.

KRISHNA, P. RUSTAGI, 1978. *Forest Management Planning for Timber Production. A sequential Approach*. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report - 32.

SOYKAN, BURHAN, 1979. *Aynıyaşlı Ormanların Aktüel Kuruluşlarının Optimal Kuruluşa Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Metodlarından Yararlanma Olanaklarının Araştırılması*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 5, Trabzon.