

ORMAN İŞLETMELERİNİN PLANLANMASINDA
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI YÖNTEMLERİNDEN
YARARLANMA OLANAKLARI

Yük.Müh.Selahattin KÖSE

Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

<< D o k t o r >>

Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Veriliş Tarihi : 2 Ekim 1985

Tezin Sözlü Savunma Tarihi :10 Şubat 1986

Doktora Yöneticisi : Prof.Dr.Burhan SOYKAN (KÜ)

Jüri Üyesi : Doç.Dr. Fikret KAPUCU (KÜ)

Jüri Üyesi : Doç.Dr. H.Cahit ŞAD (İÜ)

Ö N S Ö Z

Günümüzde karar verme sorumluluğunda bulunanlar en iyi kararı sezgileriyle değil, yöneylem araştırması yöntemleriyle almaya zorunludurlar.

Karmaşık bir sistem yapısı gösteren orman işletmeciliğinde de kararların objektif bir şekilde alınmasına yardımcı olunmak amacıyla değerli Hocam Sayın Prof.Dr. Burhan SOYKAN'ın önerileriyle "Orman İşletmelerinin Planlamasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanakları" konulu bu çalışma bir doktora tezi olarak ele alınmıştır.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde engin görüşlerinden yararlandığım, hocam, doktora yöneticim, jüri başkanım Sayın Prof.Dr.Burhan SOYKAN'a, yapıcı eleştirci ve ileri görüşlerinden yararlandığım hocam, jüri üyem Sayın Doç.Dr.Fikret KAPUCU'ya en derin saygı ve şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Ayrıca A.B.D.deki bilgi birikiminden yararlandığım Kral Said Üniversitesi öğretim elemanı Doç.Dr.Mehmet SAVSAR'a da şükranlarımı sunmayı bir görev bilirim.

Araştırma ile elde edilen sonuçların ormancı karar vericilere yararlı olmasını dilerim.

Trabzon, Şubat 1986

Araş.Gör.Selahattin KÖSE

Ö Z E T

Bugün, uzun bir zaman ve geniş alan boyutlarında işlevlerini sürdüren, doğaya açık, karmaşık bir sistem yapısı gösteren orman işletmelerinin planlanması, klasik yöntemler olarak isimlendirilen alan, hacim ve alan-hacim yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler ile yapılan bir planlamada entansif işletmeciliğin gereği olan ormanlardan uzun süreli ve çok yönlü yararlanma sağlanamamaktadır. Gelecekte orman ürünleri miktarının ulaşacağı seviyenin bugünden bilinmesi, nüfusun hızla çoğalmasıyla ormanlardan beklenen mal ve hizmet üretiminin artması gibi nedenler uzun süreli ve çok amaçlı işletme planlamasını zorunlu kılmaktadır.

Ulusal ormancılık amaç ve ilkelerinin yönlendirici etkisi altında, ormanlardan sürekli yararlanmak ve orman işletmesinin amaçlarını gerçekleştirebilmek için ormanlardan alınması gerekli hasılatın yer, zaman ve miktar olarak bir kesim düzeninde belirlenmesi bir karar problemi niteliğindedir ve çözüm için ormancı karar vericileri mantıklarıyla değil, gelişen bilgisayar teknolojilerinden de yararlanarak yöneylem araştırması yöntemleri ile çözüm aramalıdırlar.

Yöneylem araştırması; genelde, karmaşık sorunlara çözüm getiren ve karar almaya yönelik sorunları çözmeyi bilimsel yöntemle dayandıran matematik teknikler olarak tanımlanabilir. Yöneylem araştırmasını karakterize eden; sorunu sistem yaklaşımı ile ele alması, farklı bilim dallarında uzmanlaşmış kişilerle disiplinler arası yaklaşımı oluşturması ve sorunu tanımlayarak model kurması, modeli çözmesi, denemesi ve çözümün kontrolünü sağlayarak uygulamasıdır.

Yetiştirme çevresi koşullarınca orman işletmelerinin uzun süreli ve çok amaçlı planlanması, yöneylem araştırması yöntemlerinden amaç programlama ile gerçekleştirilebilir. Bu yöntemin kullanılmasıyla; çelişen birçok amaç tek bir modelde temsil edilebilir, kısıtlayıcı koşullar bir amaç fonksiyonu gibi ele alınarak hedefleri saptanabilir, amaçlara önem derecelerine göre öncelikler verilebilir, aynı öncelikteki amaçlar sıraya konabilir ve hedeflere varılamadığı durumlarda ne kadarlık bir sapmanın oluşabileceği gibi yararlar sağlanabilir.

Bir planlama ünitesinin çok yönlü ve uzun süreli planlamasını oluşturmak amacıyla Meryemana Araştırma Ormanı, araştırma alanı olarak seçilmiştir. Geliştirilen MERAPMO 1 ve MERAPMO 2 planlama modellerine ilişkin 1627 model bilgisayarda çözülmüştür. Modellerde karar değişkenleri, en iyi kararın son hasılat kesim alanlarının saptanmasından sonra verileceği görüşünden hareketle, son hasılat kesim alanlarından oluşturulmuştur. Ara ve son hasılat kesim planlarını kapsayan 9,10 periyodik kesim planları teşkil edilerek, planlama modellerine ilişkin bulgular tartışılmış ve sonuçlar açıklanmıştır.

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa

ÖZET

İÇİNDEKİLER	I
0. Giriş	1
1. Araştırma Konusunun ve Sorunun Çözümünde Kullanılan Yöntemlerin Özet Tanıtımı	4
1.1. Araştırma Konusunun Özet Tanıtımı	4
1.2. Sorunun Çözümünde Kullanılan Yöntemlerin Özet Tanıtımı	5
2. Yöneylem Araştırması Kavramı ve Yöntemleri	8
2.1. Yöneylem Araştırmasının Gelişimi ve Kullanıldığı Alanlar	8
2.2. Yöneylem Araştırmasının Tanımı	9
2.3. Yöneylem Araştırmasının Temel İlkeleri	10
2.4. Yöneylem Araştırması Yöntemleri	13
2.4.1. Doğrusal Programlama Yöntemi	14
2.4.2. Benzetim Yöntemi	15
2.4.3. Dinamik Programlama Yöntemi	15
2.4.4. Amaç Programlama Yöntemi	16
2.4.4.1. Amaç Programlama Yönteminin Gelişimi ve Tanıtımı	16
2.4.4.2. Amaç Programlama Yönteminde Model Kurma	18
2.4.4.2.1. Amaç Fonksiyonlarının Kurulması	18
2.4.4.2.2. Erişim Fonksiyonunun Kurulması	20
2.4.4.3. Amaç Programlama Modellerine Çözüm Arama	22
2.4.5. Doğrusal Amaç Programlama	22
2.4.5.1. Doğrusal Amaç Programlama Modelinde Çözüm Arama	23
2.4.5.2. Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi	23
3. Ormancılıkta Amaç Programlama	27
3.1. Amaç Programlama Yönteminin Ormancılık Çalışmalarına uygulanması	27

3.2. Ormancılığa İlişkin Bir Problemin Doğrusal Amaç Programlama Yöntemi İle Çözümü	32
4. Araştırmada Kullanılan Bazı Kavramlar	44
4.1. Sistem	44
4.2. Model	44
4.3. Karar Problemi, Karar Modeli, Karar Verme Süreci	44
4.3.1. Karar Problemi	44
4.3.2. Karar Modeli	44
4.3.3. Karar Verme Süreci	45
4.4. Programlama	45
4.5. Amaç ve Hedef	45
4.5.1. Amaç	45
4.5.2. Hedef	45
4.6. Aktivite	46
4.7. Düzenleme Süresi	46
4.8. Hasılat Matrisi	46
4.8.1. Aktüel Hasılat Matrisi	47
4.8.2. Optimal Hasılat Matrisi	47
4.9. Altyapısal Hizmetler	48
5. Araştırma Alanının Seçimi, Tanıtımı ve Verilerin Elde Edilmesi	49
5.1. Araştırma Alanının Seçimi	49
5.2. Araştırma Alanının Tanıtımı	49
5.3. Verilerin Elde Edilmesi	50
5.3.1. Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi	50
5.3.1.1. Aktüel Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi	51
5.3.1.2. Optimal Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi	58
5.3.2. Ekonomik Matrislerin Geliştirilmesi	58
6. Araştırmanın Planlanması ve Bulgular	60
6.1. Araştırmanın Planlanması ve Bulgular	60
6.1.1. Amaçların Saptanması	60
6.1.2. Amaç Fonksiyonlarının Kurulması	62
6.1.3. Planlama Modellerinin Kurulması	70

6.1.3.1. MERAPMO 1 Planlama Modelinin Kurulması	71
6.1.3.2. MERAPMO 2 Planlama Modelinin Kurulması	73
6.1.4. Planlama Modellerinin Çözümü ve Bulgular .	75
6.1.4.1. MERAPMO 1 Planlama Modelinin Çözümü ve Bulgular	75
6.1.4.2. MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Çözümü ve Bulgular	79
6.1.5. Kesim Planının Oluşturulması	80
6.1.5.1. MERAPMO 1 Planlama Modellerinin Kesim Planı	81
6.1.5.2. MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Kesim Planı	88
7. Bulgular ve Kesim Planları Üzerine Tartışma	94
7.1.MERAPMO 1 Planlama Modellerinin Bulguları ve Kesim Planları Üzerine Tartışma	95
7.2.MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Bulguları ve Kesim Planları Üzerine Tartışma	96
8. Sonuç ve Öneriler	99
9. Summary	104
10. Kaynaklar	109
11. Ekler	

0. GİRİŞ

Bugün altı bini aşan kullanım alanıyla değerli bir sanayi girdisi olan odun hammaddesine duyulan gereksinim giderek artmakta ve ülkemizde 1990'lı yıllarda bir açığın doğabileceği beklenmektedir. Nüfusun hızla artması, ormanlardan beklenen mal ve hizmet üretimini nitelik ve nicelik itibarıyla arttırmakta ve ormancılık işletme planlamasında çok yönlü kullanma amacı giderek etkin olmaktadır.

Ülkemizde birçok kaynaktan da bilindiği gibi yetişme ortamı koşullarınca en yüksek miktar ve kalitede ürün alınması, bugünün orman kuruluşlarında mümkün değildir. Ulusal ormancılık amaç ve ilkelerinin etkisi altında, ormanlardan sürekli yararlanmak ve orman işletmesinin amaçlarını gerçekleştirmek için ormanlardan alınması gerekli hasılatın yer, zaman ve miktar olarak bir kesim düzeninde belirlenmesi gerekir. Bu durum, bir karar problemi niteliğindedir ve çözümü için ormancı karar vericileri mantıklarıyla değil, gelişen bilgisayar teknolojisinden de yararlanarak matematiksel yöntemlerle çözüm aramalıdırlar.

Genelde; karmaşık sorunlara çözüm getiren ve karar almaya yönelik sorunları çözmeyi, bilimsel yönteme dayandıran matematiksel tekniklere "Yöneylem Araştırması" adı verilmektedir.

Orman işletme amaçlarını gerçekleştirmek üzere ormanlardan sürekli yararlanmak ve "nereden", "ne zaman", "ne kadar" hasılat alınacağını kararlaştırmak, bir karar süreci niteliğinde olup, çok yönlü kullanım için yöneylem araştırması tekniklerine başvurulması gereken boyutlardadır. Çünkü sorunun tümünü kavrayıp çözümlmek, yani;

- sistemi tanımlayabilmek,
- ekonomik, sosyal, v.b. içerikli birçok amacı tek modelle temsil edebilmek,
- kısıtlayıcı koşulları birer amaç fonksiyonuymuş gibi görerek hedeflerini saptayabilmek,
- amaçlara, önem derecelerine göre öncelik verebilmek,

- hedeflere varılıp varılamıyacağını ya da hedeflenen değerden ne kadar az ya da çok sapmanın oluşabileceğini görebilmek,
- modelin duyarlılığını belirleyebilmek,

gibi birçok karmaşık sorunlara çözüm, ancak yöneylem araştırmaları yöntemlerinden "Amaç Programlama" ile gerçekleştirilebilir.

Yürütülen bu araştırma ile karmaşık bir sistem olan orman işletmesinin planlanmasında Amaç Programlama yönteminden yararlanılarak geliştirilen model ele alınmış ve değişik seçenekler denenerek konuya açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın ilk bölümünde, araştırma konusu ve sorunun çözümünde kullanılan yöneylem araştırması yöntemleri özet olarak tanıtılmıştır.

İkinci bölümde, yöneylem araştırması kavramı üzerinde durularak yöntemlere ilişkin bilgi verilmiştir. Araştırmada kullanılması bakımından yöneylem araştırması yöntemlerinden amaç programlama üzerinde ayrıntılı durulmuş ve doğrusal amaç programlama yönteminde kurulan modelin Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi ile çözümü bir örnekle açıklanmıştır.

İzleyen bölümde, Amaç Programlamanın ormancılıkta uygulanmasına ilişkin çalışmalara yer verilmiş ve örnek olarak ele alınan bir problemin Doğrusal Amaç Programlama Yöntemiyle çözümü açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, araştırmada kullanılan kavramlara ait tanımlamalar yapılmıştır.

Beşinci bölümde, araştırma alanının seçimi, tanıtımı ve verilerin elde edilmesi üzerinde durulmuş ve özellikle planlama modellerinde yer alması bakımından hasılat matrisleri ayrıntısıyla ele alınmıştır.

Altıncı bölümde, araştırmanın planlanması üzerinde durulmuş

ve elde edilen bulgular açıklanmıştır.

Yedinci bölümde, bulgular ve kesim planı üzerine tartışma yapılmıştır.

Sekizinci bölümde ise sonuçlar açıklanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

1. ARAŞTIRMA KONUSUNUN VE SORUNUN ÇÖZÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLERİN ÖZET TANIMI

1.1. Araştırma Konusunun Özet Tanımı

Plan, gelecekte ulaşılması istenilen amaca ne zaman, hangi araçlarla, kimlerin yardımı ile, nasıl ve hangi maliyetlerle ulaşılabileceğini belirten bir kararlar dizisidir (Gülerman, 1976). Geçmiş geleceğe bağlayan bir köprü kabul edilen planlamanın ana görevi, işletme etkinliklerini gelecek dönemlerde erişilmesi hedeflenen amaçlara uygun biçimde düzenlemektir.

Uzun bir zaman ve geniş alan boyutlarında işlevlerini sürdüren ve doğaya açık, karmaşık bir sistem yapısı gösteren orman işletmelerinin planlanmasını Orman Amenajmanı Disiplini üstlenmiştir. Toplumun sosyo-ekonomik yaşamındaki değişimler, uzun bir üretim süresi ile çalışan ormancı karar vericileri de etkilemiş, çözümlenecek sorunlar, hem geniş boyutlar hem de çok karmaşık bir biçim kazanmışlardır.

Ormanlardan sürekli ve çok yönlü yararlanmak, işletme amaçlarını gerçekleştirerek belirlenen hedeflere ulaşabilmek, en uygun orman yapısı ile mümkündür. Optimal orman kuruluşu olarak nitelendirilen bu kuruluşun yaratılması ve sürekli kılınması için ise, ormanda üretim ve yararlanmanın düzenlenmesi, biçim ve boyutlarındaki gelişimlerin de zaman zaman denetlenmesi gerekir.

Üretimin düzenlenmesi; ormanın korunması, onu oluşturan meşcerelerin kurulması ve bakımı, onarımı, gençleştirilmesi, ürünlerin hasat edilmesi ve taşınarak piyasaya sunulması gibi çeşitli işlerin düzenlenmesi ve planlanmasına denir (Eraslan, 1982). Orman işletmelerinin plan ünitelerine ayrılması, işletme sınıflarının oluşturulması, yol şebekesinin yapılması, koruma önlemlerinin alınması, iç taksimat şebekesinin oluşturulması ve silvikültür işlerinin düzenlenmesi üretimi düzenlemenin esasını oluşturur.

Orman işletmesinin ya da plan ünitesinin neresinde, ne zaman ve ne kadar hasılat alınacağıının bir kesim düzeninde gösterilmesi yararlanmanın düzenlenmesini oluşturur. Yararlanmanın düzenlenmesinde amaç, ulusal ormancılık amaç ve prensiplerinin yönlendirici etkisi altında, orman işletmesinin amaçlarına göre ormandan sürekli yararlanmak, aynı zamanda da ormanın aktüel kuruluşunu optimal kuruluşa ulaştırmak ve ormandan alınması gerekli ürünlerin miktarını, yerlerini ve alınacağı yılları kararlaştırmaktır (Eraslan, 1982).

Yöneylem araştırması yöntemlerinden yararlanılarak orman işletmelerinin uzun süreli ve çok amaçlı planlanması ve plan ünitesinin neresinden, ne zaman ve ne kadar ara ve son hasılat alınacağıının saptanması araştırma konusu olarak ele alınmıştır.

1.2. Sorunun Çözümünde Kullanılan Yöntemlerin Özet Tanıtımı

Orman Amenajmanının ilk görevi, orman işletmesini verilen amaçlara göre planlamak olduğundan, bugünün optimal kuruluştan uzak ormanlarını en uygun kuruluşa getirmek de amenajman yöntemleri ya da yararlanmayı düzenleyen yöntemler ile mümkündür (Eraslan, 1982).

Aktüel kuruluştaki ormanların optimal kuruluşa yaklaştırılması yöntemleri, genel olarak alan, hacim ve alan-hacim kontrolüne dayanırlar (Evcimen, 1972; Soykan, 1979; Eraslan, 1982).

Hacim kontrol yöntemleri, düzenleme süresinde hasat edilen yıllık ya da periyodik hacmin kontrolünü sağlamasına karşın alan bakımından düzenli bir orman kuruluşu meydana getiremezler.

Alan kontrol yöntemleri ise yıllık veya periyodik alanın kontrolünü sağlamasına karşın eşit hasılat alımında dengeli bir durum sağlayamaz ve etada büyük dalgalanmalar ortaya çıkabilir (Soykan, 1979).

Alan-Hacim kontrol yöntemleri ise bir meşçereye ne zaman girilip ne kadar hasılat alınabileceğini gösterir, fakat maks-

mum hasılat verecek ya da maksimum geliri sağlayacak amaçları gerçekleştiremezler (Hennes et al,1971).

Yararlanmanın düzenlenmesini sağlayan klasik yöntemlerin çok yönlü olmayışı, yani yalnız alan, hacim ya da alan-hacim kontrolünü esas alması nedeniyle ormancı karar vericilerini başka yöntemler kullanmaya yöneltmiştir.

1960'lı yıllarda başlayan yöneylem araştırması yöntemlerinin ormancılıkta ve özellikle orman amenajmanında uygulanmasıyla optimum kesim düzeyleri araştırılmıştır (Clutter et al,1968; Navon,1971). Hasılat devamlılığını ve alan düzenlemesini güvence altına almak üzere periyodik hasılatın kontrolünü sağlayacak, maksimum odun hasılatını verecek ya da net yahut brüt irad gibi ekonomik amaçları maksimize edecek bir kesim düzeni, Doğrusal Programlama ile sağlanabilmiştir (Hennes et al,1971). Bu yöntem kullanılarak ABD'de Timber RAM(Orman Kaynaklarının Tahsisi Yöntemi) adlı bir proje geliştirilmiştir (Hennes, L.C. 1971;Irving, M.J. 1971; Navon,D.I. 1971; Nazereth, L. 1971). Ekip çalışması şeklindeki bu yöntem ile silvikültür uygulamalarının ve hasılatı kontrol yollarının daha geniş şekilde araştırılması olanağı sağlanmış, ticari değeri olan orman alanlarının çok yönlü yararlanma ilkesine göre planlanması gerçekleştirilmiştir.

Klasik yöntemlerin dışında kullanılan yöneylem araştırması yöntemlerinden Doğrusal Programlama, karmaşık bir sistem yapısı gösteren orman işletmesini ve onun amaçlarını tam anlamıyla temsil edememiştir. Çünkü bu yöntemde bir amaç, maksimize veya minimize edilmiş, diğer öğeler kısıtlayıcılar olarak modelde yer almıştır. Kısıtlayıcı koşulların sağlanamaması durumunda da çözümün olumlu olmayışı (infeasible) ve tek amaçlı modelin zorlama kabul edilişi nedeniyle bu yöntem de işletme planlanmasında eski önemini kaybetmiştir.

Yöneylem araştırması yöntemlerinden Benzetim yöntemi de orman amenajman planlamasında kullanılmış ve bu konuda birçok model geliştirilmiştir. Chapalle ve Sassaman'ın(1968) SORAC, Myers'in (1968,1974) MANAGD ve TEVAP-2 gibi Benzetim modelleri

yararlanmanın düzenlenmesinde kullanılan örnek modeller olmuştur. Ülkemizde ise Benzetim yönteminin orman amenajmanına uygulanmasına ilişkin ilk örneği Soykan (1979) vermiştir. Yazar, SESİMOD ve KASİMOD adı altında benzetim modelleri geliştirmiştir. Bu modellerde aktüel kuruluş, optimal kuruluşa götürülmüş; işletme sınıflarındaki alan ve hacim kontrolünün düzenleme süresi ve düzenleme süresi sonrasında birlikte gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Eraslan (1981) ise bir işletme sınıfının aktüel kuruluşunu optimale götürürken, herhangi bir meşçerenin bugünkü yaşında taşıdığı ağaç servetinin bu meşçerenin gençleştirmeye sokulacağı yaşa kadar geçen süre içindeki gelişimini, Artım Yüzdeleri Simulasyon yöntemi ile ortaya koymuştur.

Yöneylem araştırması yöntemlerinden Dinamik Programlama'da orman amenajman planlamasında kullanılmıştır. Bir orman amenajman planlama birimindeki net geliri ya da odun hasılatını maksimuma ulaştırmak ya da giderleri minimum kılmak amacıyla Hool (1965), dinamik bir model geliştirmiştir. Ülkemizde ise Soykan'ın (1979) geliştirdiği GRASİMOD modeli de Dinamik Programlamanın yararlanmanın düzenlenmesinde kullanılmasına ilişkin bir örnek model olmuştur. Modelde, bir işletme sınıfının aktüel ve optimal kuruluşunun bilinmesi halinde aktüel kuruluşu en uygun kuruluş olan optimal kuruluşa yaklaştırmak için dinamik karakterdeki işlemlerden yararlanılmış, ardışık işlemlerle birbirini izleyen fonksiyonlar geliştirilmiş ve en elverişli yolun bulunabileceği vurgulanmıştır.

Orman işletmelerinin yetiştirme ortamı koşullarınca toplumun ekonomik ve sosyal birçok ihtiyacına cevap verebilmesi onun çok yönlü planlanmasıyla mümkündür. Orman işletmelerini çok yönlü ve uzun süreli planlamak, birçok amacı aynı modelde temsil edebilmek, amaçların hedeflerine ulaşp ulaşmadığını görebilmek, plan ünitesinin neresinden, ne zaman ve ne kadar hasılat alınacağını bir kesim planında gösterebilmek yöneylem araştırması yöntemlerinden olan ve çok amaçlı planlama tekniği olarak bilinen Amaç Programlama (Goal Programming) ile ortaya konabilir.

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI KAVRAMI VE YÖNTEMLERİ

2.1. Yöneylem Araştırmasının Gelişimi ve Kullanıldığı Alanlar

İngiliz Komuta Heyeti, İkinci Dünya Savaşının olağanüstü durumu sırasında Alman Hava Kuvvetlerinin Büyük Britanya Adalarına yaptıkları hava saldırılarına karşı, radarlardan en etkin biçimde nasıl yararlanılacağı konusunda bir grup bilim adamını görevlendirdi. Manchester Üniversitesi Profesörlerinden Blackeet başkanlığında çalışmalarına başlayan ekip, ulusal hava sisteminin bir parçası olan radarların bu sistemin diğer elemanları ile bir etkileşme halinde olduğunu varsayarak, çalışmalarını bu yönüyle değerlendirdi ve en iyi savunma şeklini geliştirdi. Yöneylem araştırması konusunda yapılan ilk çalışmanın bu olduğu kabul edildi (Doğrusöz,1980).

İngiliz Silahlı Kuvvetlerindeki bu çalışmanın başarıya ulaşması, konunun savunma sisteminin bütün kesimlerine yayılmasına neden oldu. Askeri yöneticiler ve bilim adamları bu uğraşlardan büyük heyecan duyuyor ve cesaret alıyorlardı. Savaş sonlarına doğru ise silahlı kuvvetlerin bütün kesimlerinde 365 bilim adamı ve 120 subay bu konu için uğraş veriyordu(Doğrusöz, 1980). İngilizlerin bu başarısı müttefiki Amerika Birleşik Devletlerini de bu konuya yöneltti ve ABD Silahlı Kuvvetlerinde sayısız yöneylem araştırması grubu çalışmalara başladı. Bu ülkenin araştırmacılarından George B.Dantzig, yöneylem araştırması yöntemlerinden Doğrusal Programlamayı geliştirerek bu yönteme ilişkin kurulan modeli simpleks tekniği ile çözdü.

Savaşın sona ermesiyle yöneylem araştırması etkinlikleri endüstride de yer almaya başladı. Endüstriyel kuruluşlar arasındaki sıkı rekabet, kullanımın yayılmasını hızlandıran bir etken oldu. 1950'li yıllarda ise yöneylem araştırması ABD Yüksek Öğretim Kurumlarında ders olarak yer aldı. Zamanla da dünyanın pek çok ülkelerinde benimsenerek gelişmesini sürdürdü.

Yöneylem araştırması tıpkı doğuşunda olduğu gibi Türkiye-
de de ilk defa askeri alanda geliştirildi. 1956 yılında Genel
Kurmay'da ilk yöneylem araştırması grubu kuruldu. Sivil kesimde
ise Üniversitelerin yanı sıra Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma
Kurumu da yöneylem araştırmasının tanıtımında etkili oldu ve
1965 yılında TÜBİTAK'ın altı kişilik yöneylem araştırması biri-
mi oluşturuldu. Bu birimin amacı, "gerek kamu kuruluşlarının, ge-
rek özel kuruluşların yönetimine ilişkin uygulamalı araştırmalar
yapmak, bu kuruluşların kendi yöneylem araştırması çalışmalarını
yapabilecek biçimde örgütlenmelerine yardımcı olmak ve bağlı ol-
duğu kurumun yönetim sorunları ile ilgili danışmanlık yapmak"
biçiminde tanımlandı. Bugün Marmara Bilimsel ve Endüstriyel A-
raştırma Enstitüsünün bir birimi olarak bünyesindeki 20'nin ü-
zerinde araştırmacı ile etkinliklerini sürdürmektedir (Doğrusöz,
1976).

Yöneylem araştırması yakın bir geçmişte başlamasına rağmen
endüstriler arasındaki hızlı rekabet ve bilgisayar teknolojisin-
deki yenilikler bu bilim dalının hızla gelişmesine yol açmakta-
dır. Bugün biyolojik, teknik, ekonomik ve sosyal birçok alanda
uygulama yeri bulmaktadır. 1975 yılından 1983 yılına değin ya-
pılan sekiz Ulusal Yöneylem Araştırması Kongrelerine sunulan bi-
ne yakın bildirilere bakınca ne kadar uygulama alanı bulunduğunu
görmek mümkündür. Bunlara; çok amaçlı karar sistemleri, üretim
planlaması, yatırım planlaması, ulaşım sistemleri, sağlık sistem-
leri, yönetim bilişim sistemleri, dağıtım sistemleri, ekonomi,
ormancılık, enerji planlaması, pazarlama ve stok kontrol, savun-
ma sistemleri, doğal kaynakların planlanması, sistem dinamiği,
turizm, mühendislik tasarımı, teknoloji araştırmaları, eğitim
ve insan gücü planlaması, çevre sorunları, bankacılık, proje yö-
netimi ve denetimi, kalite kontrolü ve mamul güvenilirliği, ile-
tişim sistemleri, araştırma-geliştirme, sibernetik ve yerel yö-
netim alanlarını sayabiliriz.

2.2 Yöneylem Araştırmasının Tanımı

Yöneylem araştırmasının bir bilim dalı olarak gelişmesin-
den günümüze değin çok çeşitli tanımlamaları yapılmıştır. 1957

yılında Churcman ve arkadaşları yöneylem araştırmasını şöyle tanımlamışlardır : "Yöneylem araştırması, bir sistemde ortaya çıkan problemlere, sistemin denetlenebilir bileşenleri cinsinden bilimsel yöntem, teknik ve araçların uygulanmasıyla en iyi çözümü bulmasıdır" (Churcman et al, 1971). Adı geçen yazarlar bu tanıma ek olarak bilimsel yöntem, teknik ve araçların uygulanabilirliği için disiplinler arası ekibin zorunlu olduğunu belirtmektedirler.

Sorun çözümede bilimsel araştırma olarak yapılan kısa bir tanımlamanın eksiksiz olmadığı kabul edilir. İngiliz Yöneylem Araştırması Birliği tarafından yapılan tanımlama, yöneylem araştırmacılar arasında en çok benimsenenlerden biri olmuştur. Bu birliğin tanımlaması şöyledir: "Yöneylem araştırması; insan, makina, para ve malzemeden oluşan, endüstriyel, ticari, resmi ve askeri sistemlerin yönetiminde karşılaşılan problemlere, modern bilimin uygulanmasıdır". Bu kavramın belirgin yaklaşımı; sistemin şans ve risk ölçüsünü de içeren seçenek , karar, strateji ve kontrollerin sonuçlarını kestirmeye ve kararlaştırmaya yayan bilimsel bir modelini geliştirmektir (Doğrusöz, 1980).

Kalıpsız ise yöneylem araştırmasını; "Bir sistemin işleyişinde karşılaşılan problemlerin çözümünü elde etmek amacıyla, ilmi metod ve usullerin kullanılması şeklinde tanımlamaktadır (Kalıpsız, 1967).

Yöneylem araştırması karar almaya yönelik oluşu, sorun çözmeyi bilimsel yönetime dayandırışı, tüm etkileşmeleri dikkate alarak alternatif kararlar sunuşu ve soruna farklı açılardan bakarak objektif davranışı ile sorunun çözümüne daha gerçekçi yaklaşmaktadır. Bu özellikleriyle yöneylem araştırmasını; karmaşık sorunlara çözüm aramak amacıyla farklı disiplinlerden oluşan ekibin, en iyi çözüme bilimsel olarak yaklaşması şeklinde de tanımlayabiliriz.

2.3. Yöneylem Araştırmasının Temel İlkeleri

Genelde, yöneylem araştırmasına biçim kazandıran ve özelliklerini yansıtan üç temel ilke vardır (Doğrusöz, 1975). Bu ilkeler

yöneylem araştırmasının yaklaşımını ortaya koyar. Bunlar ;

- Bütünleşik yaklaşım (sistem yaklaşımı),
- Disiplinlerarası yaklaşım,
- Bilimsel yöntem.

Bütünleşik Yaklaşım (Sistem Yaklaşımı)

Karar vericiler incelediği olaydaki tüm etkileşimleri göz önünde bulundurmalıdır. Sonucu etkileyecek olan herşeyin bir sistem yaklaşımı ile ele alınması gerekir. İngiltere'de radarlardan en iyi yararlanmaya çözüm aranırken problem öncelikle, hava kuvvetleri sistemi ile sonradan da ulusal savunma sistemi ile birlikte ele alınmış ve en iyi çözüme ancak bu yaklaşımla ulaşılabilmıştır.

Sistem, en basit şekliyle "organize ve karmaşık bir bütün" olarak tanımlanabildiği gibi (Johnson,1964), "Aralarında ilişki veya bağımlılık bulunan elemanlardan oluşan bir yapı veya organik bütün, birbirleriyle olan ilişki veya bağımlılıkları göz önüne alınarak mantıki bir plana göre düzenlenmiş veya sınıflandırılmış bir olaylar, prensipler, kurallar, düşünceler, fiziksel varlıklar v.s. topluluğu" olarak da tanımlanması yapılmaktadır (Tulunay,1982).

Bütünleşik yaklaşım ile probleme ilişkin tüm öğeler göz önüne alınarak incelenir ve problemin anlaşılması (belirlenmesi) sağlanır. O halde bütünleşik yaklaşım, tüm etkileşmeleri göz önünde bulundurma demektir.

Disiplinlerarası Yaklaşım

Farklı bilim dallarında uzmanlaşmış kişilerin oluşturduğu topluluğa disiplinlerarası ekip denir. Bir kişinin sistemdeki tüm etkileşmeleri görebilmesi zordur. Çünkü sorun karmaşıktır. Bu nedenle yöneylem araştırmasında farklı disiplinlerdeki bilim adamlarının bir araya gelerek soruna çözüm aramaları gerekir.

Bir trafik kazasına bir makina mühendisi, mekanik açıdan (araç hızı, fren, v.b.) bakarken bir sosyolog kazaya sosyal açıdan (yorgunluk, alkol etkisi v.b.) yaklaşarak değerlendirir.

Bir orman yangınının sebebini bir orman mühendisi, yangın üçgeninin elemanları cinsinden yani, yanıcı madde, oksijen ve ateş açısından değerlendirirken; bir sosyolog toplumun sosyo-ekonomik yapısı açısından değerlendirmeye çalışır.

ABD'de yöneylem araştırması yöntemi kullanılarak geliştirilen Orman Kaynaklarının Tahsisi Yöntemi (Timber RAM) ekonomist, matematikçi, ormancı, sistem analizci ve bilgisayar programcısının birlikte çalışmalarıyla gerçekleştirilmiştir.

Yalnız şunu vurgulamak gerekir ki, farklı disiplinlerde uzmanlaşmış kişiler sorun üzerindeki çalışmaları, bağımsız sürdürüp sonradan raporları birleştirmek suretiyle yapmamalı; aksine araştırmanın başından çözüm aşamasına dek tüm evrelerde birlikte çalışmalıdırlar.

Bilimsel Yöntem

Yöneylem araştırmasında problemin çözümü bilimsel yönetime dayanmakta ve uygulanacak yöntem de genellikle altı aşamada bütünleşmektedir (Churchman et al, 1971; Hillier ve Lieberman, 1974).

Bunlar :

- sorunun tanımlanması (sorunun formüle edilmesi),
- modelin kurulması,
- modelin çözülmesi,
- modelin denenmesi,
- çözümün kontrolü,
- çözümün uygulanması.

Disiplinlerarası ekip, bütünleşik yaklaşımla önce problemi belirlemelidir. Amaçlar, değişkenler ve kısıtlar sorunun tanımlanmasında ortaya konur. İncelenen sorunu temsil eden matematiksel modelin kurulması, bilimsel yol izlemenin temel göstergesi kabul edilir. Modelden bir çözümün elde edilmesi "en iyi" sonucun saptanması" olduğuna göre, modele özgü bir çözüm tekniğinin

uygulanıp, sonucun bulunması gerekir. Amaca uygun olarak en iyi çözümü veren yöntemlere optimizasyon(eniyileme) yöntemleri adı verilir. Bu yöntemler, araştırmamızda yeri geldikçe daha ayrıntılı ele alınacaktır. Modelden en iyi yâni yararlı bir çözüm eldesi, ancak; modelin sistemi yeterli duyarlılıkta temsil etmesine bağlıdır. Bunu sağlayabilmek için de değişkenlerin hangi aralıklarda en iyi çözüme olan etkisinin bilinmesi gerekir. Kontrolten geçen çözüm, karar verici tarafından anlaşılıp uygulanabilecek hale getirilmelidir. Karar vericinin eylemlerinin daha tutarlı ve uygulanabilir olması için yöneylem araştırmacı ile birlikte çalışması gerekir.

2.4. Yöneylem Araştırması Yöntemleri

Bölüm 2.2.de değinildiği gibi, alternatif kararlar içerisinde en iyi çözümü arayan ya da ortaya koyan yöntemlere optimizasyon yöntemleri denir. Soykan (1978)'ın da ifade ettiği gibi yöneylem araştırması yöntemleri, yeni bir sistemin kurulmasında ya da mevcut bir sistemin yeniden biçimlendirilmesinde saptanan işletme amaçlarına en uygun düzenlemeyi sağlayan; yine bir sistemin işleyişinde karşılaşılan problemlerin en uygun çözümlerini ortaya koymaya yarayan yöntemlerdir.

Yöneylem araştırması yöntemlerinin uygulanması ile ulaşılabacak sonuçların doğruluğu ve geçerliliği, çözüme temel oluşturacak modelin kurulmasında kullanılan verilerin doğruluk derecelerine, kabul edilecek kısıt, koşul ve varsayımların, türetilen veri ve değişkenlerin sistemi yansıtma derecelerine bağlıdır.

İkinci dünya savaşı sırasında ABD'de Dantzig'in geliştirdiği Doğrusal Programlama modeli ile başlayan yöneylem araştırması yöntemleri günümüze değin çok büyük aşama kaydederek, geliştirilen yöntem sayısı elliyi aşmıştır. Böylece yöneylem araştırması yöntemleri uygulamaya yönelik değişik konuların sorunlarına güvenli, yönlendirici ve alternatif çözümü sağlamıştır.

Bilimsel, teknik, ekonomik ve sosyal içerikli konularda en çok kullanılan yöntemlerden bazılarına; doğrusal programlamayı,

dinamik programlamayı, doğrusal olmayan programlamayı, benzetimi, şebeke programlamayı, tam sayılı programlamayı, amaç programlamayı ve stokastik programlamayı örnek verebiliriz.

Ormancılıkta kullanım açısından doğrusal programlama, benzetim ve dinamik programlama özet olarak tanıtılacak, araştırmada kullanılması nedeniyle amaç programlama üzerinde daha ayrıntılı durulacaktır.

2.4.1. Doğrusal Programlama Yöntemi

Doğrusal programlamanın esasları, 1947 yılında Dantzig tarafından ortaya konulmuştur. Doğrusal eşitsizliklerle sınırlanmış olan değişkenlerin, belirlenen bir amaç fonksiyonunu minimum ya da maksimum yapması bu modelin esasını oluşturur.

Doğrusal programlamanın üç temel ögesi vardır. Bunlar ;

- amaç denklemi,
- kısıtlayıcı koşullar,
- pozitiflik koşulu'dur.

Amaç denklemi, bağımlı değişkenlerin maksimizasyonu ya da minimizasyonu olarak ifade edilir.

Kısıtlayıcı koşullar ise, doğrusal eşitlik ya da eşitsizliklerden oluşur.

Pozitiflik koşulu da değişkenlerin pozitif olması gereğini vurgulamaktadır.

Doğrusal programlama modelinin çözümü için grafik, cebrik ve simpleks yöntemleri geliştirilmiştir. Büyük boyutlu modellerin optimal çözümüne çabuk ve ardışık yaklaşımı nedeniyle en çok kullanılanı simpleks yöntemidir.

Doğrusal programlama yöntemi Türkiye'de en çok kullanılan bir yöntemdir. Bu konudaki kaynakların fazla oluşu da bunun en büyük göstergesidir (Bulutay,1965; Gürel,1966; Kobu,1976; Halaç, 1978; Soykan,1979; Karayalçın,1979; Tulunay,1982; Dantzig,1966; Bierman et al,1981; Shore,1973; Hillier ve Lieberman,1974; Levin ve Kirkpatrick,1978; Johnson et al,1980; Dervitsiotis,1981).

2.4.2. Benzetim (Simülasyon) Yöntemi

Ana ögesi bir "model" olan benzetim, değişik modeller yardımıyla bir gerçeğe yaklaşmaktır.

Analitik yöntemlerle arzulanan başarılar sağlanamayınca gelişen bilgisayar teknolojisinin yardımıyla çok aşamalı sorunlar benzetim modelleriyle kısa zamanda çözüme kavuşturulmuştur.

Benzetim, sistemin modelini kurarak, bu model üzerinde denemeler yapmayı ve denemeleri yöneltmeyi kapsar (Halaç,1978).

Pagés (1974), benzetimi çeşitli iş planlarını bir risk yaratmadan değerlendirme olanağını sağlayan bir "karar verme"aracı olarak görür. Halaç (1982), ise gerçek sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin işlemesi için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmak, olarak görür.

Benzetim ile modelleme ;

- sistemin davranışını tanımlamak,
- teori veya hipotez kurmak,
- kurulan teoriyi sistemin gelecekteki davranışlarını tahmin için kullanmak,

şeklinde bir deneme ve uygulama metodolojisidir.

Benzetim yöntemi ile uzun zaman gerektiren denemeler kısa sürede yapılabilmekte, sonuçları riskli olabilecek olaylar ve değişik alternatifler incelenebilmektedir (Akalp,1983).

2.4.3. Dinamik Programlama Yöntemi

Dinamik programlamada mevcut sistem, birbiri ardından işlem gören parçalara ayrılmıştır. Bu yöntemin yaklaşımı, problemi daha küçük alt problemlere ayırmaktır (Halaç,1982).

Problemin çözümü için tek değil, bir dizi karar verilmesi gerekir (Gençyılmaz,1977). Bu durumda problemin parametreleri aşamadan aşamaya değişmektedir. Her aşamada verilen kararın sonu-

cu bir sonraki kararı etkilemektedir. Kararları aşamalarda optimize eden bu yönteme dinamik programlama denir.

1950 yılında Richard Bellman tarafından geliştirilen dinamik programlamada temel özellik optimalite (en elverişli olma) ilkesidir (Nemhauser,1966; Halaç,1978; Karayalçın,1979).Bellman'a göre optimalite ilkesinin anlamı şu şekilde ifade edilmektedir: "Başlangıç değerleri ve başlangıçta alınan karar ne olursa olsun herhangi bir adımda en elverişli olarak seçilen yolun özelliği ilk alınan kararın sonucu olarak varılan duruma göre en elverişli olacak şekilde geriye kalan kararların alınmasını gerektirecek şekildedir".

2.4.4. Amaç Programlama Yöntemi

2.4.4.1. Amaç Programlama Yönteminin Gelişimi ve Tanıtımı

Amaç programlamaya ilişkin ilk düşünceler 1961 yılında Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılmıştır (Ignizio,1976 ; Rustagi,1976). Bu araştırmacılar, "çelişen amaçların" kısıtlayıcılar olarak eklendiği bazı doğrusal programlama problemlerine uygulanabilecek yeni bir model ve yaklaşım önermişlerdir.Böylece kurdukları modeldeki kısıtlayıcıları sağlama zorunluluğunu ortadan kaldırarak birden çok amacı aynı modelde çözümlenmişlerdir. Ijiri (1965) ise amaç programlamada öncelik saptaması yapmış ve amaçları önem derecelerine göre sıralama tekniğini geliştirmiştir. Amaç programlama en büyük gelişimini 1970'li yıllarda yapmıştır. Bu yönteme ilişkin ilk kapsamlı eserin 1972 yılında S.M.Lee tarafından yayınlanması ile bu konuya duyulan ilgi ve uygulama alanları artmıştır. Lee eserinde doğrusal amaç programlamanın tanıtımı, model kurulması ve çözüm tekniğine ilişkin açıklamalarda bulunmuştur.

Amaç programlamanın bugünkü gelişimini Ignizio ile kazandığı kabul edilmektedir. Ignizio, amaç programlamanın özel durumlarını yalnızca doğrusal amaç programlama ile değil; karmaşık problemlerin birçok amaçla modellenmesine ve amaçların fonksiyonel durumlarının farklılığına bağlı olarak ;

- Doğrusal Amaç Programlama,
- Doğrusal Olmayan Amaç Programlama,
- Tam Sayılı Amaç Programlama,
- 0-1 Amaç Programlama,

gibi dört özel programlama tekniğini geliştirmeye çalışmıştır (Ignizio,1976).

Ormancılar da amaç programlama yöntemine uzak kalmamışlar ve bu yöntem, optimizasyon (eniyileme) tekniği olarak 1970'li yıllardan bu yana sorunların çözümünde en çok baş vurdukları bir yöntem olmuştur (Field,1973; Porterfield,1976; Bare ve Anholt,1976; Barlet et al,1976; Rustagi,1976 ve 1978; Schuler et al,1977; Dane et al,1977; Field,1978; Dyer et al,1979;Field et al,1980; Hrubes ve Rensi,1981; Field et al,1981; Savsar,1983).

Günümüzde karar verme sorumluluğunda bulunanlar, karmaşık olaylara ve etkilerine en iyi çözümü bulmak zorundadırlar. Bir problemin çözümünde tek bir amaç hedefleniyorsa bu problemi temsil eden modeli doğrusal programlama ile çözmek ve en iyi karara ardışık yaklaşımlarla ulaşmak olanaklıdır.

Kararların tek amaçlı bir modele dayandırılması, problemin modellendirilmesinde bir çok güçlükler yaratır. Bu bir yerde zorlama anlamına da gelebilir. Modellendirmenin, problemlerin içeriğine en uygun biçimde yapılması ve çözüm tekniklerinin giderek geliştirilmesi ile ortaya çıkan amaç programlama yönteminde,her amaç için varılmak istenen belli (tanımlanmış) bir hedef vardır. Çözüm kararı ise hedeflerden olan sapmaların minimum olduğu seçeneğin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilir.

Bugün, karmaşık problemlerin tek amaçla temsil edilmesi yerine çelişen amaçların da temsil edilebildiği, çok amaçlı modellere yönelerek, amaç fonksiyonlarının alacağı durumlara göre özel amaç programlama yöntemlerinden biri ile çözüme gidilmektedir. Araştırmada kullanılması bakımından Doğrusal Amaç Programlama ayrı bir dilimde (2.4.5) ele alınarak model kurulması ve çözümüne ilişkin ayrıntılı bilgi verilmiştir.

2.4.4.2. Amaç Programlama Yönteminde Model Kurma

Amaç programlama yönteminde kullanılan model, matematiksel modeldir. Bunlar gerçek problemleri gösterirler. Problemler ne kadar iyi tanımlanıp formüle edilirler ve model ne kadar iyi kurulursa çözümleri de hedeflere o denli yakın olur. Model tipleri konusunda Churchman et al,1971; Halaç,1978; Levin et al,1978; Günel,1978; Soykan,1979; kaynaklarından yararlanılabilir.

Amaç programlamanın modellenmesi üç esasa dayanır. Bunlar;

- amaç fonksiyonlarının kurulması,
- tüm değişkenlerin sıfır veya sıfırdan büyük olması ve
- erişim fonksiyonunun kurulmasıdır.

Bu şekliyle amaç programlamanın modellenmesi, doğrusal programlamaya çok benzemektedir. Doğrusal programlamadaki kısıtlayıcı koşullar, amaç programlamadaki amaç fonksiyonlarına doğrusal programlamadaki amaç denklemi, amaç programlamadaki erişim fonksiyonuna; doğrusal programlamadaki pozitiflik koşulu, amaç programlamadaki tüm değişkenlerin pozitif olmasına benzetilebilir. Fakat bu benzetiş sadece biçim yönündedir. İçerikleri yönünden farklılıklar vardır. Örneğin; doğrusal programlamada amaç denklemi minimize veya maksimize yapılırken, amaç programlamada erişim fonksiyonu daima minimize edilir.

2.4.4.2.1. Amaç Fonksiyonlarının Kurulması

Amaç programlamada problem formüle edilirken, öncelikle karar değişkenleri belirlenmelidir. Bu değişkenler karar vericinin kontrol edebileceği faktörlerdir. Amaçlar, karar değişkeninin fonksiyonu olarak yazılırlar.

Genel olarak bir amaç fonksiyonu :

$$G_i = f_i(\bar{x})$$

şeklinde tanımlanır.

Burada ;

\bar{x} = x vektörü (karar değişkenleri)

G_i = i.amaç

f_i = karar değişkenleri fonksiyonu

Her amaç fonksiyonunun bir sağ taraf (RHS = Righ Hand Side) değeri vardır. Bu değere b_i denir. Amaç fonksiyonlarındaki (b_i) değerleri, her amaç için hedeflenen değeri gösterir.

$$f_i(\bar{x}) \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} b_i$$

Ayrıca amaç fonksiyonunun sol tarafına bir negatif(n_i) ve bir pozitif (p_i) sapma değişkeni ilave edilmelidir.

$$f_i(\bar{x}) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

n_i = amaç fonksiyonunun (b_i)den negatif(olumsuz) sapmasını,

p_i = amaç fonksiyonunun (b_i)den pozitif(olumlu) sapmasını gösterir.

Amaç programlama modelinin amaç fonksiyonlarındaki sapma değişkenleri ile doğrusal programlamanın simpleks çözümündeki yapay değişkenlerinin (slack variables), ayrı anlamlara geldiklerine dikkat edilmelidir.

Amaç programlamada, birinci sınıf amaçlar şunlar olabilir (Ignizio, 1976):

- Kârı maksimize etmek,
- gideri minimize etmek,
- riski minimize etmek,
- ek zamanı minimize etmek,
- personel ve prosesden yararlanmayı maksimize etmek,
- makina durumlarını minimize etmek.

İkinci sınıf amaçlara ise ;

- sınırlı insan gücü,
- sınırlı hammadde,
- sınırlı bütçe,
- sınırlı zaman,

örnek verilebilir.

Amaçlar formüle edildikten sonra her amaç için "öncelik" saptaması yapılır. En önemli amaçlar birinci önceliğe alınmalıdır. Birden çok amacın aynı öncelikde yer alması durumunda ise amaçların birimleri aynı olmalıdır. Örneğin; maksimum odun hasılatı (birimi m^3) istenen amaç ile maksimum para hasılatı (birimi TL,Dolar,Mark,v.s.) istenen amaç aynı öncelikte olamaz.

Amaçlara öncelikler verilebildiği gibi "ağırlıklar" da verilebilir. Bu durumda, amaçların ağırlıkları önceliklerini etkilemez. Örneğin; P_1 en öncelikli amaç P_2 de P_1 den sonraki öncelikli amaç olsun. P_2 ye ne kadar ağırlık verilirse verilsin P_1 daima P_2 den öncelikli olur.

Amaç programlamadaki öncelik durumu doğrusal programlamada da söz konusudur. Doğrusal programlama modelindeki amaç denklemi ne olursa olsun, kısıtlayıcı koşulların mutlaka önceden yerine getirilmesi gerekir. Kısıtlayıcı koşulları sağlamayan çözüm, olurlu çözüm değildir. Amaç programlamada ise kısıtlayıcı denklemler olarak kabul edilen amaç fonksiyonlarının hedeflenen değerlerine erişebilmesi durumunda, ne kadarlık bir sapma olduğunu görebilmek mümkündür. Yani amaç programlamada olurlu çözüm vardır.

2.4.4.2.2. Erişim Fonksiyonunun Kurulması

Amaç programlamada, büyüklüğü ve karmaşıklığı bakımından basitleştirilmeye çalışılan problemlerin modelleştirilmesinde, amaç fonksiyonlarının kurulmasını erişim fonksiyonunun belirlemesi izler.

$\bar{a} = \{g_1(\bar{n}, \bar{p}), \dots, g_k(\bar{n}_k, \bar{p}_k)\}$ Burada ;

$\bar{a} \rightarrow$ Erişim Fonksiyonudur. Hedeflerden olan sapmaların minimizemesini içerir. Erişim Fonksiyonuna Etkinlik, Başarı Fonksiyonu adı da verilmektedir. Orijinal adı "Achievement Function" dur.

$g_k(\bar{n}_k, \bar{p}_k) \rightarrow$ k öncelikli amaçlara ilişkin sapma değişkenleri fonksiyonudur.

\bar{a} , erişim fonksiyonunda sapma değişkenleri önem derecelerine göre yer alırlar ve doğrusal bir fonksiyonun minimize edilmesi olarak işleme girerler.

Amaç fonksiyonlarındaki eşitlik veya eşitsizliklere göre sapmaların, erişim fonksiyonunda alacağı durumlar Tablo 1 de çizelgelenmiştir.

Amaç türü	İşleme alınacak amaç	Minimum yapılacak sapma
$f_i(x) \leq b_i$	$f_i(x) + n_i - p_i = b_i$	p_i
$f_i(x) \geq b_i$	$f_i(x) + n_i - p_i = b_i$	n_i
$f_i(x) = b_i$	$f_i(x) + n_i - p_i = b_i$	$n_i + p_i$

Tablo 1: Erişim Fonksiyonunda Sapmaların Alacağı Durumlar

Amaç denklemlerinde ya da kısıtlayıcılarda (\geq) şeklinde bir eşitsizlik kullanılırsa, sağ taraftaki değerler ulaşılması gereken en küçük değerleri, (\leq) şeklinde ise en büyük değerleri gösterir (Tulunay,1982).

2.4.4.3. Amaç Programlama Modellerine Çözüm Arama

Amaç programlamada erişim fonksiyonunun kurulmasından sonra çözümün aranmasına geçilir. Genelde üç'ten az karar değişkenli modeller için "Grafik Çözüm", üç'ten çok değişkenliler için "Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi" uygulanır.

Amaç programlamada kullanılan simpleks yöntemi; doğrusal programlamada kullanılan simpleks yönteminin değiştirilmiş bir şeklidir. Burada geliştirilen yöntem, bilinen simpleks çözüm tekniğinin her öncelik düzeyindeki amaç için birbiri ardı sıra uygulaması şeklindedir. Ardından gelen öncelikli amaçlara geçildikçe önceki amaç için bulunan sapma değerleri bu kez uyulması zorunlu kısıtlayıcılar olarak modele sokulur ve yinelenecek hedeflenen son çözüm aranır.

2.4.5. Doğrusal Amaç Programlama

Amaç fonksiyonlarının doğrusal olması nedeniyle diğer özel amaç programlama modellerinden ayrılan doğrusal amaç programlama, uygulamada çok kullanılan bir yöntemdir.

Doğrusal amaç programlamanın modellenmesi şöyle yapılır :

- a) Amaç fonksiyonlarının kurulması,
- b) $\bar{x}, \bar{n}, \bar{p}, \geq 0$ koşulunun sağlanması,

Modelde yer alacak karar değişkenleri (\bar{x}) ile sapma değişkenleri sıfıra eşit veya büyük olmalıdır.

- c) Erişim fonksiyonunun kurulması,

$$a = \{g_1(\bar{n}, \bar{p}), \dots, g_k(\bar{n}, \bar{p})\}$$

Amaçların belirlenen hedeflerinden olan sapma miktarlarını içeren fonksiyonun minimum yapılması erişim fonksiyonunu oluşturur.

2.4.5.1. Doğrusal Amaç Programlama Modelinde Çözüm Arama

Amaç programlamada model çözümü için grafik çözüm ile değiştirilmiş simpleks çözüm tekniklerinin uygulandığı bölüm 2.4.4.3.de belirtilmişti. Doğrusal amaç programlama yönteminde de aynı çözüm yöntemleri uygulanır. Burada; küçük modellere uygulanabilirliği nedeniyle grafik çözümün genel esasları verilecek, çok değişkenli büyük modellere uygulanabilirliği nedeniyle de değiştirilmiş simpleks çözüm tekniği üzerinde ayrıntılı durulacaktır.

Grafik Çözüm

Karar değişkenleri sayısının üç'ten az olması durumunda grafik çözüm uygulanabilmektedir. Bu çözümün yaklaşımı şu aşamalarda gerçekleşmektedir (Ignizio,1976) :

- a) Koordinat sisteminde karar değişkenlerinin yer aldığı tüm doğrusal amaç fonksiyonları çizilmelidir.
- b) Üst düzeyde önceliği olan (birinci öncelik) amaçların en iyi çözümü belirlenmelidir.
- c) İkinci v.s. önceliği olan amaçların en iyi çözümleri belirlenmeli, yalnız bu çözümler daha önceki çözümlerin değerini düşürmemelidir.
- d) Bütün öncelikler tamamlanıncaya kadar (c) aşaması tekrarlanmalıdır.

2.4.5.2. Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi

Üç veya daha çok değişkenli doğrusal amaç programlama modellerinin çözümü için değiştirilmiş simpleks yöntemi kullanılır. Değiştirilmiş simpleks yöntemine bazı bilim adamları Geliştirilmiş Simpleks Yöntemi adını vermekte ise de amaç programlama yönteminin gelişmesine büyük katkıları olan Ignizio'nun kullandığı "Modified Simpleks Metod"un Türkçe karşılığının verilmesi uygun görülmüştür.

Değiştirilmiş Simpleks yönteminde başlangıç tablosunun kurulabilmesi için tablonun başlıklarının ve elemanlarının tamamlanması gerekir (Ignizio,1976).

Başlıklar

$P_k = k$ nci öncelik düzeyleridir ($k = 1, \dots, K$)

$V =$ Problemin karar ve sapma değişkenleridir. Başlangıç tablosunda V 'nin sağında yer alan değişkenler (V_j ve P_i), temel olmayan değişkenlerin başlangıç düzenidir. V 'nin altında yer alan değişkenler de (n_i), temel değişkenlerin başlangıç düzenidir.

$\bar{b} = b$ 'nin altındaki elemanlardır. Her amaç fonksiyonunun sağ taraf değerlerinden (b_i) oluşur.

Elemanlar

$j = 1, 2, \dots, j$; $i = 1, \dots, m$; $s = 1, \dots, S$; $k = 1, \dots, K$

$e_{i,s} = s$ ' nci temel olmayan değişkenin altında, i . satırdaki elemandır. $E_{i,s}$, i ' nci amaçta temel olmayan s nci değişkenin katsayısıdır.

$W_{k,s} = s$ ' nci temel olmayan değişken ile birleştiren k önceliğinin (P_k) ağırlık faktörüdür. Yani pozitif sapma değişkenlerinin ağırlıklarıdır.

$U_{i,k} = i$ ' nci temel değişken ile birleştiren k önceliğinin (P_k) ağırlık faktörüdür. Yani negatif sapma değişkenlerinin ağırlıklarıdır.

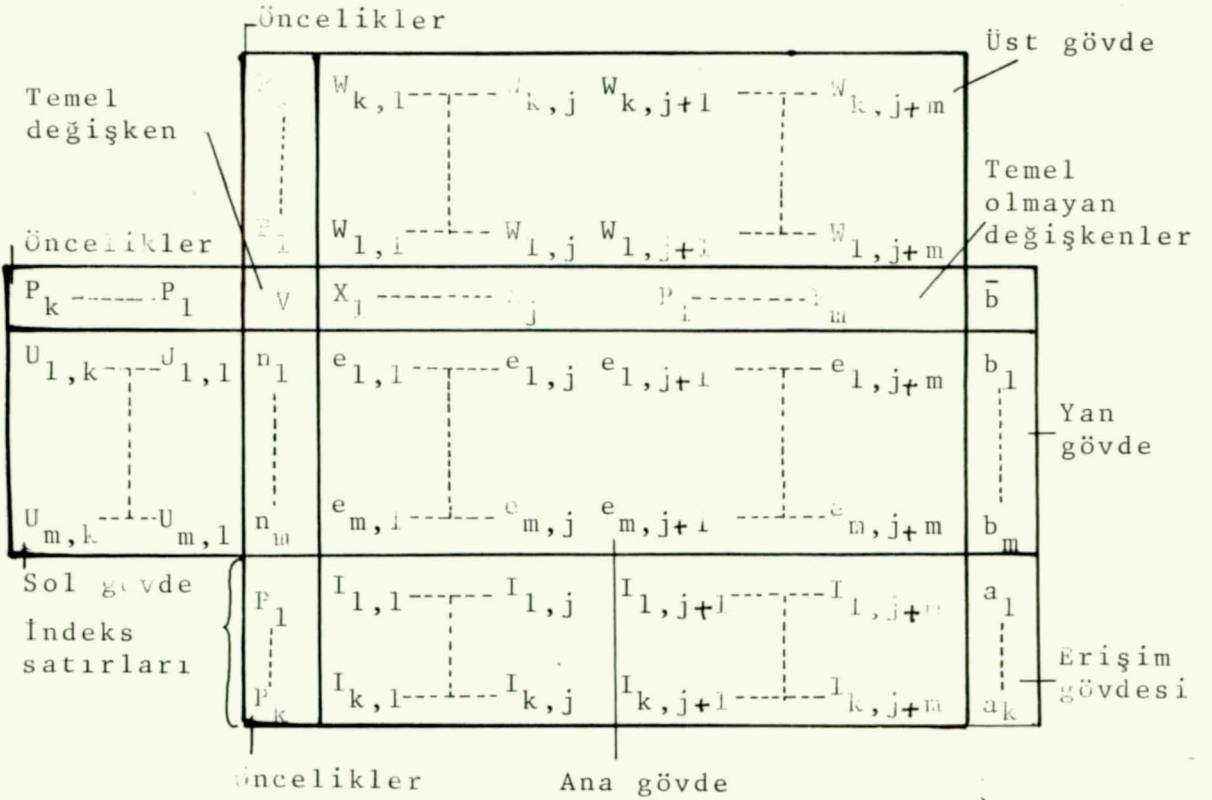
$I_{k,s} = S$ ' nci temel olmayan değişkenin altındaki k önceliği için indeks sayısıdır.

a_k k önceliğinin erişim fonksiyonu değeridir.

Tablo 2 de değiştirilmiş simpleks yönteminin başlangıç tablosundaki başlıklar ve elemanların yerleri görülmektedir.

Değiştirilmiş simpleks tekniğinin başlangıç tablosunun kurulmasına kolaylık sağlamak amacıyla tablonun bölümleri (gövde-

leri) adlandırılmıştır. Bu durumda amaç fonksiyonlarındaki karar değişkenleri ile sapma değişkenlerinin katsayıları ana gövdeye ($e_{i,s}$), sağ taraf değerleri (b_i) yan gövdeye yerleştirilir. Erişim fonksiyonundaki önceliklerin pozitif sapma ağırlıkları ($W_{k,s}$) üst gövdeye, negatif sapma ağırlıkları ($U_{i,k}$) da sol gövdeye yerleştirilir.



Tablo 2 : Değiştirilmiş Simpleks Tekniğinin Başlangıç Tablosundaki Başlıklar ve Elemanlar

İndeks satırları ($I_{k,s}$) ile erişim gövdesi (a_k) elemanları ise şöyle hesaplanır :

$$I_{k,s} = \sum_{i=1}^m (e_{i,s} \cdot U_{i,k}) - W_{k,s}$$

$$a_k = \sum_{i=1}^m (b_i \cdot U_{i,k})$$

Başlangıç tablosunun tüm elemanları yerleştirildikten sonra ardışık hesaplamalara geçilir. Bu hesaplamaların nasıl yapılacağı ve hedeflenen değerlere nasıl erişebileceğini kavramak için bölüm 3.2.'de ormancılığa ilişkin örnek bir problem çözücek ve tüm işlemler bu problemde ayrıntılı olarak gösterilecektir.



Table 2: ...
Tablo 2: ...
...
...
...

3. ORMANCILIKTA AMAÇ PROGRAMLAMA

3.1.Amaç Programlama Yönteminin Ormancılık Çalışmalarına Uygulanması

Amaç programlamanın ormancılığa uygulanmasına ilişkin ilk eserin 1973 yılında D.B.Field(1973) tarafından yayınlandığını görmekteyiz. Field eserinde, amaç programlamanın doğuşu ve gelişimini özetleyerek modelin nasıl kurulacağı üzerinde durmuştur. Öncelik ve ağırlıkların modelde nasıl yer alacağını da göstererek küçük ormanlık alanların işletilmesine ilişkin bir örnek vermiştir. Bu çalışmanın yaklaşımı, her amaçtan pozitif ve negatif sapmaların toplanması ve bu toplamın doğrusal programlama ile minimize edilmesi olmuştur.

Bare ve Anholt(1976), Amaç Programlama Kullanarak Orman Artıklarını İşleme Alternatiflerinin Seçimi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında amaç programlamanın temel özelliklerini açıklayarak örnek bir problem çözmüşlerdir. Problemden 10 kesim ünitesindeki artıkların işleme şekilleri seçimini araştırmışlardır. Ormandaki artıklar "Hiçbir Şey Yapmama", "Geniş Alana Dağıtarak Yakma", "Makina ile Yığarak Yakma" ve "El ile Yığarak Yakma" diye 4 artık işleme; "Doğal", "El ile Dikim" ve "Havadan Tohumlama" diye 3 gençleştirme işlemi ile kombinasyona tabi tutulmuş ve 12 artık kaldırma- gençleştirme kombinasyonu oluşturulmuştur. Amaç programlama yöntemi kullanarak optimal işlemler 4 geçiş halinde bilgisayarda araştırılmış ve sonuçlar listelenmiştir.

Porterfield (1976) amaç programlama yönteminden yararlanarak ağaç ıslah programı konusunda model geliştirmiştir. Modelde, genetik konusunda bilgiler verilmiş ve örnek bir model tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen araştırmada, ağaç ıslah programının amacı iki şekilde belirlenmiştir :

- 1) Yöneticiye amaç programlamanın gerekliliğini açıklamak,
- 2) Amaç programlama modelindeki ayrıntıları göstermiş olmak.

Modelin uygulanması için yönetici ve sistem analizi bilgisine sahip kişiler arasında ortak bir gayrete gerek olmuştur. Amaç programlama modeli, program amaçlarına mümkün olduğu kadar yakın genetik ıslah getirecek olan özellikler ve onların seçilme entansitelerinin kombinasyonunun bulunması için kullanılabilir.

Amaçlar	Planlama Horizonu		Öncelik	Ağırlık
	1974	1985		
	<u>Günlük</u>	<u>Ziyaretçi</u>		
Rekreasyon	20.000	27.000	1	1.0
Orman içi avcılık	30.000	40.000	2	1.0
Açık alanda avcılık	2.000	4.000	2	1.0
Orman Hasılatı	ft ³			
Yumuşak odun kerestesi	360	360	3	13.17
Sert odun kerestesi	10.000	25.000	3	10.61
Yumuşak kağıt odunu	180	180	3	5.0
Sert kağıt odunu	20.000	50.000	3	1.0
	<u>Aylık Hayvan Miktarı</u>			
Otlatma	2.000	2.000	4	1.0

Tablo 3 : Schuler ve Arkadaşlarının Geliştirdiği Amaç Programlama Modeli

Dane ve arkadaşları (1977), Arazi Kullanımının Planlanmasında Amaç Programlamanın Uygulanması konulu çalışmaları ile Amerika Birleşik Devletleri'nde Mount Hood arazisinin kullanımının planlanmasını ele almışlar ve MHLUP adlı bir model geliştirmişlerdir. Modelde yer alan çok sayıdaki alternatifler, en iyi kullanım şeklinin seçimine olanak sağlamıştır. Anılan model, ileriye dönük veri tabanlarının yaratılması için esas oluşturmuş ve yine planlayıcılar ile uygulayıcılar arasında işbirliğinin sağlanmasını gerçekleştirmiştir.

Field (1978) Birleşik Devletlerin güney doğusundaki ulusal bir ormanın amenajman planlamasında doğrusal programlama ile amaç programlamayı birlikte kullanmıştır. Timber RAM'ın doğrusal programlama yöntemi ile amaç programlama yönteminin avantajları çok yönlü karar ölçülerinde yararlar sağlamıştır. Yazar, ayrıca her iki yöntemin birleştirilmesinin Timber RAM dan başka diğer doğrusal programlama paket programlarına uygulanabilirliğini de vurgulamıştır.

Dyer ve arkadaşları (1979) "Orman Kaynaklarının Tahsisinde Amaç Programlama Uygulamaları" adında bir ekip çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada amaç programlama yöntemi tanımlanmış ve etkinliğini değerlendirmek için kamu orman kaynaklarının tahsisi problemlerinin çözümünde doğrusal programlama ile karşılaştırılması yapılmıştır. Kullanılan mantık refah ekonomisinin aynısıdır. Fakat amaç programlama ile kamu kaynaklarının tahsisinde arzulanan kuramsal çözüme ulaşamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, amaç programlama bir "satisficing" algoritması ve bir üretim fizibilitesi testi olarak analiz edilmiştir. Aynı zamanda bu uygulamalardaki başarısızlık olanakları da belirtilmiştir. Örnek bir problemde kuramsal sonuçların gösterildiği duyarlılık analizi yapılmış ve politika dikte eden sonuçlar çıkarılarak, amaç programlamanın kullanımı ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Field ve arkadaşları (1980) "Orman Hasılat Planlamasında Doğrusal ve Amaç Programlamanın Tamamlayıcı İşlemleri" adlı yayınlarında özet olarak şu bilgiler verilmiştir. Orman hasılat planlamasında en çok kullanılan modellerden biri olan doğrusal programlamanın bir varyasyonu kabul edilen amaç programlama, çok amaçlı problemlerin analizinde sık sık kullanılır. Doğrusal programlama ve amaç programlamanın tamamlayıcı işlemi, ulusal bir ormandan doğrusal modeli olarak kullanılan Timber RAM'dan elde edilen veriler ile gösterilir. Çok yönlü ölçütler konusunda da bilgi verilen bu çalışmada, örnek bir problem çözülerek şu sonuçlara varılmıştır : Tek amaçlı işletme planları genellikle doğrusal programlama ile analiz edilir. Amaç programlama ise optimallik sonrası analiz tekniği olarak değerlendirilebilir.

1980 yılında Virginia'da yapılan Orman Amenajman Planlaması Simpozyumu'da Field ve arkadaşlarının sundukları bildiri ile optimal devamlı hasılat sağlayan orman kuruluşunun tayini üzerinde durulmuştur(Field et al,1981). 1975 yılındaki Ulusal Orman Amenajman Kanunu'nun 1985 yılına kadar Birleşik Devletler Ulusal Ormanları için arazi işletme planlarının kapsamlı bir şekilde hazırlanması gerektiğinin vurgulandığı bildiride, geliştirilen orman düzenleme modelinin iki aşamada çözümlerinin elde edildiği belirtilmiştir. Devamlı hasılat (Sustained-Yield) ya da Değişmez Hal (Steady-State) problemi formüle edilmiş, tamamlayıcı doğrusal ve amaç programlama ile çözüm sağlanmıştır. SAM (Steady-State Analysis Method) adını verdikleri yöntemi,Georgia'daki bir ormana uygulamış ve sonuçları tartışılmıştır.

Rustagi (1976) Orman Amenajman Planlamasını iki aşamalı ardışık yaklaşımla ele almıştır. Planlama problemini kısa ve uzun süreli planlama diye ikiye ayırmış, ara ve son hasılat kesim planlamasına kısa süreli planlama, gençleştirme planlamasına da uzun süreli planlama adını vermiştir. Uzun süreli planlamayı amaç programlama ile,kısa süreli planlamayı da doğrusal programlama ile gerçekleştirmiştir. Gerçek uygulamada da amaç programlama modelinin nasıl işlediğini göstermek amacıyla kuzey Hindistan tropik ormanlarının amenajman planlamasına ilişkin örnek bir problem çözmüştür. Üç bonitet sınıfı, 1000 bölme ve toplam 100.000 hektarlık orman alanından elde edilen ürünler üç kategoride toplanmış ve bu ürün çeşitleri ile uzun süreli planlama hedefleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- 1) Yıllık 350.000 m³ kereste ve kaplama tomruğu, 150.000 m³ kontraplak ve kibrit odunu, 200.000 m³ kağıt odunu ve yakacak odunu,
- 2) Yıllık gençleştirme bütçesi 2.500.000 rupi,
- 3) Hektarda elde edilecek ortalama gelir 60 rupi.

Toplam 34 gençleştirme seçeneğinin tanımlandığı bu problem için hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı, hangi seçeneklerinin kullanıldığı ve bonitetlerdeki yıllık kesim alanlarının ne kadar olduğu araştırılmıştır.

Rustagi, bu araştırmanın sonucu olarak 1978'de Bükreş'te yapılan Orman Amenajman Planlama Metodları Kongresi'ne sunduğu bildiri ile ardışık yaklaşımın avantajlarını beş grupta toplamıştır. 1) Uzun ve kısa süreli problemin boyutları küçülür. Böylece daha fazla yatırım seçeneklerinin denenmesi ve girdi kalitesinin kontrolü daha iyi sağlanır. 2) Uzun süreli plan, bir idare süresi veya daha uzun periyodlar için amenajman planı geliştirmeye gerek kalmadan uzun sürede elde edilecek odun üretiminin tahminini verir. 3) Planlı gençleştirmenin yatırım analizleri, cari hasılat gelirlerinden ayrı ve çok kesindir. 4) Üretimin düzenlenmesinde hacim kullanılmaz ve yatırım analizlerinde etanın etkisi bulunmaz. 5) Problemin büyük boyutlu olması nedeniyle uzun süreli ve kısa süreli planların her ikisine pratik uygulama sağlar. Son hasılat kesim planlamasını yatırımın geri alınması, gençleştirme planlamasını da kapitalin toprağa yatırılması olarak gören Rustagi, uzun süreli gençleştirme planlaması ile kısa süreli hasılat planlaması için gerekli amaç ve verilerin birbirinden farklı olduğunu belirtmiştir. Son hasılat kesim planlamasında mevcut meşçerelerden elde edilecek net hasılat gelirinin (iskonto edilmiş), ya da düzenleme süresindeki toplam odun hasılatının maksimizasyonu amaçlanmıştır. Her meşçere için ağaç türü, bonitet, yaş, servet ve ulaşım gibi veriler son hasılat kesim planlamasında gereksinim duyulan veriler olmuştur. Gençleştirme planlaması ile de odun üretiminin ya da arazi randınının maksimizasyonu amaçlanmış, gereksinim duyulan veriler ise gençleştirme masrafları, toplam hasılat, tarife bedeli, işletme şekli ve idare süresi olmuştur. Rustagi, ara hasılat kesim planını son hasılat kesim planından maksatlı olarak ayrı tutmuştur. Çünkü ticari aralamaları gelir getiren ve kalan meşçerede değer artımı sağlamaya yönelik bir silvikültürel işlem olarak görmüştür. Aralama yapılacak zaman ve yer konusunda en iyi kararların son hasılat kesim planı yapıldıktan sonra verileceği yine Rustagi tarafından ileri sürülmüştür.

Savsar (1983), ormancılık yönetiminin en önemli problemlerinden birisi olan kesim planlamasının çözümü için matematiksel programlama ya da yöneylem araştırma tekniklerinin kullanılma-

sını yeni kabul ederek, bu konudaki ilk örneği veren Curtis(196 in doğrusal programlama modelini amaç programlama yöntemi ile çözmüştür. Kurulan amaç programlama modelinde 18 bölmenin 4 alt dönemde tonaj olarak hektardan alınacak odun miktarı hasılat matrisleri ve her bölmedeki bugünkü odun değeri de ekonomik matrisleri oluşturmuştur. Model, 29 amaç fonksiyonu, 72 karar ve 58 sapma değişkeninden meydana gelmiştir. Problem, 4 geçiş halinde bilgisayarda çözülmüş ve sonuçlar amaçların öncelikleri ve hedeflerine göre irdelenmiştir.

3.2. Ormancılığa İlişkin Bir Problemin Doğrusal Amaç Programlama Yöntemi İle Çözümü

Problem : Özel orman sahibi bir işletmeci ladin tomruğu, kı zılağaç sanayi odunu ve orman gülü yakacak odunu üretiminde bulunacaktır. 1 m^3 tomruk üretimi için 2400 TL. sanayi odunu için 1700 TL ve orman gülü için de 600 TL masraf yapacaktır (yakacak odun birimi ster olmasına rağmen, aynı önceliklerde yer alması nedeniyle ster, m^3 'e çevrilmiştir). İş gücü olarak, 1 m^3 tomrukun hazırlanması için 3 saat, sanayi odunu için 2 saat ve orman gülü için de 4 saatlik zamana ihtiyaç vardır. Yıllık masrafları 8 milyon TL ve iş gücü miktarı da 25 bin saat ile sınırlıdır. Pazar araştırması yapan işletmeci, yılda 1800 m^3 den fazla tomruk 2100 m^3 den fazla sanayi odunu ve 1500 m^3 den fazla yakacak odun satamamaktadır. Satışlar sonucu 1 m^3 tomruktan 3500 TL sanayi odunundan 2900 TL ve yakacak odundan da 500 TL gelir elde edilecektir. İşletmeci önceliklerine göre aşağıdaki amaçları saptamıştır.

- 1) Depo sorunu olduğundan yıllık ürün satışları maksimum olmalıdır,
- 2) Yıllık gelir miktarı 10 milyon TL olmalıdır,
- 3) Yıllık gider miktarı 8 milyon TL ödeneği aşmamalıdır.
- 4) İş gücü miktarı da yıllık kapasiteyi aşmamalıdır.

Ayrıca, işletmeci tomruk gelirinin sanayi odunundan fazla olması nedeniyle, tomruk satışından olan sapmanın minimize edilme arzusunun, sanayi ve yakacak odunu satışından olan sapmanın

minimize edilme arzusunun iki kat daha önemli olduğu vurgulanmıştır.

İşletmeci bu amaçları gerçekleştirebilecektir? Gerçekleştiremezse, hedeflerden olan sapmalar ne kadar olacaktır?

Amaç fonksiyonlarının kurulmasına geçmeden önce karar değişkenlerini belirleyelim :

$$X_1 = \text{Yıllık üretilecek tomruk miktarı (m}^3\text{)}$$

$$X_2 = \text{Yıllık üretilecek sanayi odunu miktarı (m}^3\text{)}$$

$$X_3 = \text{Yıllık üretilecek yakacak odun miktarı (m}^3\text{)}$$

Amaç Fonksiyonlarının Kurulması

1) Yıllık ürün satışının maksimum olması ;

Pazar araştırması ile belirlenen miktardan az satış istenmemektedir. Yani negatif sapma minimize edilerek pazar araştırması değerlerine ulaşılmalıdır.

Tomruk satışının maksimum olması :

$$G_1 \rightarrow X_1 + n_1 - p_1 = 1800$$

Sanayi odunu satışının maksimum olması :

$$G_2 \rightarrow X_2 + n_2 - p_2 = 2100$$

Yakacak odun satışının maksimum olması :

$$G_3 \rightarrow X_3 + n_3 - p_3 = 1500$$

İşletmeci üç ürün satışının birlikte maksimum olmasını istediğinden G_1, G_2, G_3 amaçları aynı öncelikte yer alacaklar ve n_1 'i minimize etmek n_2 ve n_3 'ü minimize etmekten iki kat daha önemli olacaktır.

2) Yıllık gelir miktarının 10 milyon TL olması :

$$G_4 \rightarrow 3500 X_1 + 2900 X_2 + 500 X_3 + n_4 - p_4 = 10.000.000$$

Bu amaç fonksiyonunda hedeflenen değerin altına inilmek istenmemektedir. Dolayısıyla n_4 minimize edilecektir.

3) Yıllık giderlerin 8.000.000 TL yi aşmaması :

$$G_5 \rightarrow 2400 X_1 + 1700 X_2 + 600 X_3 + n_5 - p_5 = 8.000.000$$

Ödenek miktarının üzerinde gider olmaması istendiğinden pozitif sapma minimize edilecektir.

4) Yıllık iş gücünün aşılması :

$$G_6 \rightarrow 3 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3 + n_6 - p_6 = 25.000$$

Ek süre kullanımı arzulanmadığından pozitif sapma minimize edilecektir.

Erişim fonksiyonu kurulmadan önce amaçların önceliklerine göre sıralanması gerekir.

<u>Öncelik</u>	<u>Amaçlar</u>
P_1	$G_1 + G_2 + G_3$
P_2	G_4
P_3	G_5
P_4	G_6

Burada G_1, G_2, G_3 amaçları, gerçekleştirilmesi en çok arzu-
lanan amaçlardır ve öncelikleri 1'dir (P_1). Birçok amacın aynı
öncelikte yer alması durumundaki birimlerin aynı olması şartı,
sağlanmıştır.

Değişkenlerin Pozitif Olması

Amaç fonksiyonlarında yer alan karar değişkenleri ile sap-
ma değişkenleri sıfırdan büyük değerlerdir.

Erişim Fonksiyonunun Kurulması

Hedeflerden olan negatif ve pozitif sapmaların doğrusal
fonksiyonu erişim fonksiyonunu meydana getirir.

Bu durumda :

$$\bar{a} = \left\{ \frac{(2n_1 + n_2 + n_3)}{P_1}, \frac{n_4}{P_2}, \frac{P_5}{P_3}, \frac{P_6}{P_4} \right\} \text{ olur.}$$

Dikkat edilirse birinci öncelikdeki tomruk satışının maksimum yapılması diğerlerine nazaran iki kat önemlidir. Bunu n_1 sapma değişkeninin önüne konan 2 değeri ile görmekteyiz.

Problemimiz için karar modeli şöyle kurulur :

$\bar{a} = \{(2n_1 + n_2 + n_3), n_4, P_5, P_6\}$ erişim fonksiyonu o şekilde minimize edilmelidir ki,

$$X_1 + n_1 - P_1 = 1800$$

$$X_2 + n_2 - P_2 = 2100$$

$$X_3 + n_3 - P_3 = 1500$$

$$3500 X_1 + 2900 X_2 + 500 X_3 + n_4 - P_4 = 10.000.000$$

$$2400 X_1 + 1700 X_2 + 600 X_3 + n_5 - P_5 = 8.000.000$$

$$3 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3 + n_6 - P_6 = 25.000$$

ve

$$\bar{x}, \bar{n}, \bar{p} \geq \bar{0} \text{ sağlansın,}$$

Modelin Çözümü

Doğrusal amaç programlama şeklindeki bu model, değiştirilmiş simpleks tekniğine göre şöyle çözülür :

Değiştirilmiş simpleks tekniğinin başlangıç tablosunun kurulabilmesi için amaç fonksiyonlarındaki karar değişkenlerinin katsayıları ile pozitif sapma katsayıları ana gövdeye ($e_{i,s}$), amaç fonksiyonlarının sağ taraf değerleri yan gövdeye (b_i), pozitif sapma ağırlıkları üst gövdeye ($w_{k,s}$) ve negatif sapma ağırlıkları da sol gövdeye ($u_{i,k}$) yerleştirilir (Tablo 4). Üst ve sol gövde de yer alan boş elemanlar sıfır değerindedir.

				P ₄												1
				P ₃												1
				P ₂												
				P ₁												
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	V	X ₁	X ₂	X ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	\bar{b}		
		2		n ₁	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	1.800		
		1		n ₂	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	2.100		
			1	n ₃	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	1.500		
				n ₄	3500	2900	500	0	0	0	-1	0	0	10.000.000		
				n ₅	2400	1700	600	0	0	0	0	-1	0	8.000.000		
				n ₆	3	2	4	0	0	0	0	0	-1	25.000		
				P ₁												
				P ₂												
				P ₃												
				P ₄												

Tablo 4 : Değiştirilmiş Simpleks Tekniğinin Tamamlanmamış Başlangıç Tablosu

Başlangıç tablosunun tamamlanabilmesi için indeks satırları ile erişim gövdesi elemanlarının hesaplanması gerekir.

İndeks satırlarının elemanları aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$I_{k,s} = \sum_{i=1}^m (e_{i,s} \cdot U_{i,k}) - W_{k,s}$$

Örnek olarak $I_{1,1}$ elemanının hesaplanması :

$$I_{1,1} = (e_{1,1} \cdot U_{1,1} + e_{2,1} \cdot U_{2,1} + e_{3,1} \cdot U_{3,1} + e_{4,1} \cdot U_{4,1} + e_{5,1} \cdot U_{5,1} + e_{6,1} \cdot U_{6,1}) - W_{1,1}$$

$$I_{1,1} = (1.2 + 0.1 + 0.1 + 3500.0 + 2400.0 + 3.0) - 0$$

$I_{1,1} = 2$ olarak bulunur.

İndeks satırlarının diğer elemanları aynı şekilde hesaplanır.

Erişim gövdesi elemanlarının hesaplanması ise aşağıdaki formüle göre hesaplanır :

$$a_k = \sum_{i=1}^m (b_i \cdot U_{i,k})$$

Örnek olarak a_1 elemanının hesaplanması :

$$a_1 = (b_1 \cdot U_{1,1} + b_2 \cdot U_{2,1} + b_3 \cdot U_{3,1} + b_4 \cdot U_{4,1} + b_5 \cdot U_{5,1} + b_6 \cdot U_{6,1})$$

$$a_1 = (1800.2 + 2100.1 + 1500.1 + 10.000.000 + 8.000.000 + 25.000.0)$$

$$a_1 = 7200 \text{ olarak bulunur.}$$

Erişim gövdesinin diğer elemanları da aynı şekilde hesaplanarak başlangıç tablosunun tüm elemanları elde edilmiş olur (Tablo 5).

Başlangıç tablosu oluşturulduktan sonra indeks satırlarındaki elemanlarda pozitif sayı kalıp kalmadığı kontrol edilir. Pozitif sayı varsa; üzerinde negatif sayı bulunmayan en küçük pozitif sayı seçilir. Problemimizde bu sayı 3500 dür. Bu sayının bulunduğu sütundaki (bu sütuna s' diyelim) temel olmayan değişken, temele girer. Örneğimizde temele girecek olan değişkenin X_1 olduğu görülür. Temelden çıkacak olan değişken ise şöyle bulunur : Yan gövdedeki elemanlar (b_i), ana gövdenin s' sütunundaki elemanlara bölünür. Elde edilecek en küçük pozitif sayının ait olduğu satırdaki (bu satıra da i' diyelim) temel değişken,

					P ₄											
					P ₃											
					P ₂											
					P ₁											
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	V	X ₁	X ₂	X ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	\bar{b}		
		2		n ₁	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	1.800		
		1		n ₂	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	2.100		
		1		n ₃	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	1.500		
1				n ₄	3500	2900	500	0	0	0	-1	0	0	10.000.000		
				n ₅	2400	1700	600	0	0	0	0	-1	0	8.000.000		
				n ₆	3	2	4	0	0	0	0	0	-1	25.000		
				P ₁	2	1	1	-2	-1	-1	0	0	0	7.200		
				P ₂	3500	2900	500	0	0	0	-1	0	0	10.000.000		
				P ₃	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0		
				P ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0		

Tablo 5 : Değiştirilmiş Simpleks Tekniğinin Tamamlanmış Başlangıç Tablosu

temelden çıkarılır. Temelden çıkan değişkenin ağırlığı da üst gövdeye taşınır. Örneğin ;

$$\frac{b_1}{e_{1,1}} = \frac{1800}{1} = 1800$$

$$\frac{b_2}{e_{2,1}} = \frac{2100}{0} = \infty$$

$$\frac{b_3}{e_{3,1}} = \frac{1500}{0} = \infty$$

$$\frac{b_4}{e_{4,1}} = \frac{10.000.000}{3500} = 2857$$

$$\frac{b_5}{e_{5,1}} = \frac{8.000.000}{2400} = 3333$$

$$\frac{b_6}{e_{6,1}} = \frac{25.000}{3} = 8333$$

Görüldüğü gibi en küçük pozitif sayı 1800 dür. Bu sayının ait olduğu satırdaki n_1 değişkeni temelden çıkacak, yerine X_1 değişkeni girecektir. $e_{i,s}$ elemanı da anahtar sayı (1800) olacaktır.

Anahtar sayının ait olduğu satırdaki elemanlar (yan gövde dahil) anahtar sayıya bölünür (anahtar sayı hariç) ve ana gövdenin o satırdaki yeni elemanları bulunur. Örneğin e_i , satırının yeni elemanları şunlardır :

$$(1,0,0,-1,0,0,0,0,1800)$$

Anahtar sayının ait olduğu sütun elemanları da anahtar sayının eksi değerlisine bölünür (anahtar sayı hariç) ve yeni sütun elemanları bulunur. Örneğin e_s , sütununun yeni elemanları şunlardır :

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -3500 \\ -2400 \\ -3 \end{bmatrix}$$

Anahtar sayının ait olduğu satır ve sütun elemanları dışındaki ana gövde elemanları, doğrusal programlamanın simpleks çözümünde olduğu gibi hesaplanır :

$$\hat{a}_{i,s} = e_{i,s} - \frac{(e_{i',s})(e_{i,s'})}{(e_{i',s'})}$$

$\hat{a}_{i,s}$ → ana gövdenin yeni elemanıdır.

Örnek olarak $\hat{a}_{4,2}$ elemanını hesaplayalım :

$$\hat{a}_{4,2} = e_{4,2} - \frac{(e_{1,2})(e_{4,1})}{e_{1,1}}$$

$$\hat{a}_{4,2} = 2900 - \frac{0.3500}{1}$$

$\hat{a}_{4,2} = 2900$ olarak bulunur.

Ana gövdenin diğer elemanları da aynı şekilde hesaplanarak yeni elemanlar bulunur.

Yan gövdenin yeni elemanları ise ana gövdenin yeni elemanları gibi hesaplanır :

$$y_i = b_i - \frac{(b_{i'})(e_{i,s'})}{(e_{i',s'})}$$

y_i → yan gövdenin yeni elemanıdır.

Örnek olarak y_4 elemanını hesaplayalım :

$$y_4 = b_4 - \frac{(b_1)(e_{4,1})}{e_{1,1}}$$

$$y_4 = 10.000.000 - \frac{1800.3500}{1}$$

$$y_4 = 3.700.000$$

Ana gövdenin yeni elemanları ile yan gövdenin yeni elemanları hesaplandıktan sonra birinci değiştirilmiş simpleks tablosu Tablo 6 da olduğu gibi kurulur.

				P ₄							1			
				P ₃							1			
				P ₂										
				P ₁							2			
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	V	n ₁	X ₂	X ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	\bar{b}
				X ₁	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	1.800
		1		n ₂	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	2.100
		1		n ₃	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	1.500
	1			n ₄	-3500	1900	500	3500	0	0	-1	0	0	3.700.000
				n ₅	-1400	1700	600	1400	0	0	0	-1	0	3.680.000
				n ₆	-3	2	4	3	0	0	0	0	-1	19.600
				P ₁	-2	1	1	0	-1	-1	0	0	0	3.600
				P ₂	-3500	1900	500	3500	0	0	-1	0	0	3.700.000
				P ₃	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
				P ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0

Tablo 6 : Birinci Değiştirilmiş Simpleks Tablosu

Birinci değiştirilmiş simpleks tablosunun indeks satırları ve erişim gövdesi elemanları, başlangıç tablosunun oluşturulmasındaki gibi hesaplanır.

Değiştirilmiş simpleks yönteminde izleyen tabloların oluşturulması için yukarıda açıklanan ardışık işlemlere devam edilir. Bu tabloların indeks satırlarında üzerinde negatif sayı bulunmayan pozitif sayı kalmayınca kadar işlemler yürütülür ve Tablo 7 deki gibi son tablo oluşturulur.

Örnek probleme ilişkin son tablo değerleri, bilgisayar sonuçları ile %0,1 oranında farklılık gösterir. Bu fark değerlendirmede yapılan yuvarlama hatalarından ileri gelmektedir.

				1									
				1									
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	n ₁	n ₄	n ₃	P ₁	P ₂	P ₃	n ₅	n ₂	P ₆	\bar{b}
1	X ₁	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1.80
	P ₅	2403	0	598	-2403	-1700	-598	-1	1/700	0	0	0	788.80
	X ₃	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	1.50
	X ₂	0	2900	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	2.10
	P ₄	3507	-1	497	-3507	-2900	-497	-23/20	2900	0	0	0	3.137.95
	n ₆	-87/29	0	-95/25	87/29	2	95/25	0	-2	-1	0	0	9.40
P ₁	-2	0	-1	0	0	0	0	0	-699/700	0	0	0	
P ₂	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P ₃	2403	0	598	-2403	-1700	-598	-1	1/700	0	0	0	0	788.80
P ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	

Tablo 7 : Son Değiştirilmiş Simpleks Tablosu

Değiştirilmiş Simpleks Tekniğinde Son Tablonun Yorumlanması

İndeks satırlarında, üzerinde negatif sayı bulunmayan pozitif sayı kalmadığından bu tablonun optimal olduğu anlaşılır. Erişim gövdesinde P₁, P₂ ve P₄ önceliklerinin sağlandığını, aldıkları sıfır değerinden görmek mümkündür. Sadece üçüncü öncelikteki amaç, hedeflenen değerden sapma gösterdiğinden sağlanamamıştır.

Birinci öncelikteki amaç olan ürün satışları hedeflenen değerler kadar gerçekleştirilmiştir. Bu durum, temel değişkenlere yer alan X₁, X₂ ve X₃ karar değişkenlerinin yan gövde değerlerinde görülmektedir (X₁=1800, X₂=2100 ve X₃=1500).

İkinci öncelikteki gelir amacına da ulaşılmıştır. Hatta 10 milyon olarak hedeflenen gelirden 3.137.951 TL lık bir fazlalık da meydana gelmiştir. Bu durum P₄'ün aldığı yan gövde değerinde görülmektedir.

Üçüncü öncelikteki ödeneğin 8 milyonu aşmaması amacı sağlanamamıştır. Çünkü erişim gövdesindeki P_3 önceliği, sıfırdan farklı bir değer almıştır. 8 milyonluk ödenek miktarından 788.800 TL lik bir fazla harcama olmuştur. Bu durumu P_5 sapma değişkeninin yan gövdede aldığı değerde görmek mümkündür. Her ne kadar ödenek miktarı, hedeflenen değeri aşmışsa da gelirden olan 3.137.951 TL lık fazlalık bunun önemli bir sapma olmadığına göstermektedir. Dolayısıyla yıllık 2 milyonluk kâr beklenirken bu miktar 4.349.151 TL olarak gerçekleşmektedir.

Son öncelik olan 25.000 saatlik iş gücü kapasitesinin aşılması amacı da gerçekleştirilmiştir. Hatta 9.401 saatlik bir fazlalık kalmıştır. Bu durum n_6 sapma değişkeninin aldığı değerde görülmektedir.

Problem, amaçların önceliği değiştirilerek bilgisayarda 7 defa çözüldü. Çözümler sonucu elde edilen optimal değerler Tablo 8 de listelendi.

Altı ile sekiz iterasyon arasında değişen bu tablo değerlerine dikkat edildiğinde birinci önceliklerin her geçişte sağlandığı görülmektedir. Ödenek amacı üçüncü ve dördüncü önceliklerde hiçbir zaman gerçekleşmemektedir. Ödenek amacı birinci ve ikinci öncelikte olursa bu defada satış amacı sağlanamamakta ve sanayi odunundan 465 m^3 lük bir negatif sapma oluşmaktadır.

Öncelik	1	2	3	4	5	6	7
	1.Satış	1.Satış	1.Gelir	1.Satış	1.Gelir	1.Ödenek	1.Ödenek
	2.Gelir	2.Saat	2.Satış	2.Saat	2.Ödenek	2.Gelir	2.Satış
	3.Ödenek	3.Ödenek	3.Ödenek	3.Gelir	3.Satış	3.satış	3.Gelir
	4.Saat	4.Gelir	4.Saat	4.Ödenek	4.Saat	4.Saat	4.Saat
P_1	0	0	0	0	0	0	0
P_2	0	0	0	0	0	0	465
P_3	790001	790001	790004	0	465	465	0
P_4	0	0	0	790001	0	0	0
Temele Geiren Değişkenler	$X_1=1800$	$X_1=1800$	$X_1=1800$	$X_1=1800$	$X_1=1800$	$X_1=1800$	$X_1=1800$
	$X_2=2100$	$X_2=2100$	$X_2=2100$	$X_2=2100$	$X_2=1635$	$X_2=1635$	$X_2=1635$
	$X_3=1500$	$X_3=1500$	$X_3=1500$	$X_3=1500$	$X_3=1500$	$X_3=1500$	$X_3=1500$
	$P_4=3139999$	$P_4=3139999$	$P_4=3140006$	$P_4=3139999$	$n_2=465$	$n_2=465$	$n_2=465$
	$P_5=790001$	$P_5=790001$	$P_5=790004$	$P_5=790001$	$P_4=1792353$	$P_4=1792353$	$P_4=1792351$
$n_6=9399$	$n_6=9399$	$n_6=9399$	$n_6=9399$	$n_6=10329$	$n_6=10329$	$n_6=10329$	

Tablo 8 : Yedi Ayır Çözüm Sonucu Elde Edilen Optimal Değerler

4. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BAZI KAVRAMLAR

Yöneylem araştırması yöntemlerinden yararlanarak geliştirilecek planlama modellerinin daha anlaşılır olmasını sağlamak için aşağıdaki tanımlamaların yapılması uygun görülmüştür.

4.1. Sistem

Sistem, belirli parça veya bölümlerin bir araya gelmesi ya da birleşmesiyle oluşan örgütlenmiş yahut karmaşık bir bütün olarak tanımlanmaktadır (Kalıpsız,1982).

Bir yaşama birliği kabul edilen orman; toprağıyla, iklimiyle, bitki ve hayvanlarıyla, mikroorganizmalarıyla bir ekosistemdir. Çevresinin etkisinde kalabildiğı gibi, çevresini de etkilemektedir.

4.2. Model

Model, bir gerçeğin gösterimi olarak tanımlanabildiğı gibi bir objenin, bir sistemin veya fikrin temsili olarak da tanımlanmaktadır (Halaç,1982). Modelin amacı, sistemi açıklamak, anlamak veya iyileştirmektir.

4.3. Karar Problemi, Karar Modeli, Karar Verme Süreci

4.3.1. Karar Problemi

Yöneylem araştırması ve yönetim bilimlerinde kullanıldığı anlamda; belli bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüde en uygun seçeneklerin belirlenmesidir (Yılmaz,1978).

4.3.2. Karar Modeli

Sistemin, verilen çevre koşullarında amacına uygun en iyi davranışı gösterebilmesi için uygulanacak eylemleri belirleyen matematiksel modeline denir (Kara,1979). Karar modelinin; karar değişkenleri, parametreler, kısıtlayıcılar ve amaç fonksiyonu diye dört temel bileşeni vardır.

4.3.3. Karar Verme Süreci

Sistem ve model kavramları kadar kullanılmaktadır. Problemin belirlenmesi, seçeneklerin saptanması ve en iyi seçeneğin bulunması gibi üç evrede tanımlanmaktadır (Sit Kara,1979).

4.4. Programlama

Sistemin istenilen davranışa getirilebilmesi için karar değişkenlerine verilmesi gereken değerleri belirleme olanağını sağlar. Veya programlama; zaman ve imkanların kısıtlı ve kıt olduğu hallerde, yapılacak çok sayıdaki işlerden en etkenlerin seçilmesi ve bu işlerin de birbirini tamamlayacak şekilde zaman ve mekan yönünden sıralanmasıdır (Kalıpsız,1973).

4.5. Amaç ve Hedef

4.5.1. Amaç

Amaç, bir sistemde belli bir zaman bölümü içerisinde varılmak istenen hedeftir (Kapucu,1982).

Amaçlar, genellikle kârı maksimize etmek, maliyetleri minimum kılmak ya da satışları maksimize etmek şeklinde tanımlanmaktadır.

4.5.2. Hedef

Bir sistemin çevre koşullarına göre varlığını sürdürebilmesi için belirli dönemlerde ulaşılmaması istenen göstergelere hedef denir (Kara,1979).

Amaçlar çok, hedefler tek boyutludur. Bir orman amenajman planlama birimine ilişkin yıllık ya da periyodik maksimum hasılat eldesi arzulanırsa, maksimum hasılat eldesi amacı, yıllık ya da periyodik hasılat miktarı da hedefi göstermektedir.

Dolayısıyla amaç, insan-makina sistemlerinde belirlenen hedeflere ulaşım göstergesi olarak da tanımlanmaktadır(Kara,1979).

4.6. Aktivite

Peryodik olarak, belirli bir meşçere tipi için tanımlanan silvikültürel uygulamaların programlanmış bir sırasındır (Navon, 1971).

Araştırmamızda olduğu gibi herhangi meşçere tipine ilişkin silvikültürel müdahale tipleri aktivite olarak tanımlanmıştır. Meşçere tipinin hangi periyotlarda ara hasılat kesimine, hangi periyotlarda son hasılat kesimine tabi olacağı aktivitelerle belirlenmiştir. Örnek olarak seçilen bir aktivitenin nasıl isimlendirildiğini görelim :

Lbc₃ 2,5
(43.0) burada ;

Lbc₃ → meşçere tipini,

2 → Lbc₃ meşçere tipine ilk defa hangi periyotta girilip ara hasılat kesimi yapılacağını,

5 → Lbc₃ meşçere tipine son defa hangi periyotta girilip son hasılat kesimi yapılacağını,

43.0 → Lbc₃ meşçere tipinin kaç hektar kesileceğini ifade eder.

4.7. Düzenleme Süresi

Düzenleme süresi, bir işletme sınıfının aktüel kuruluşunu bütün unsurları ile optimal kuruluşa ulaştırmak ya da en azından ona yaklaştırmak için geçmesi gereken süredir (Eraslan, 1982)

Ele alınan araştırmada düzenleme süresi, idare süresi kadar; düzenleme süresi sonrası periyotlardaki alan dağılışı ve hasılat kontrolünü görmek amacıyla modeller, 160-200 yılı kapsayacak şekilde de oluşturulmuştur.

4.8. Hasılat Matrisi

Bir meşçere tipine ilişkin hasılat unsurlarının belirli çaya da yaş kademeleri itibariyle hesaplanarak elde olunacak rakam dizilerine hasılat matrisleri denilir (Soykan, 1984).

Hasılat matrislerinin oluşturulmasında bazı yöntemler uygulanır (Soykan,1984). Bir meşçere tipine giren tüm deneme alanları ortalama değerleri bir koordinat sistemi üzerine taşınır. Yeter sayıda deneme alanı varsa ve bunlara ilişkin dikili ağaç hacmi-yaş; artım-yaş; göğüs yüksekliği çapı-yaş gibi meşçere parametreleri uygun bir dağılım gösteriyorlarsa, bu durumda elle basit grafik çizim ya da en küçük kareler yöntemi kullanılarak aranan parametreye ilişkin değerlere ulaşılır.

Eğer bir meşçere tipine ilişkin parametreler, mevcut hasılat tabloları değerlerine uyuyorsa meşçerenin gelişimine ilişkin tüm parametreleri bu tablolardan çıkarmak olanaklıdır.

Meşçere tipi değerleri ile hasılat tablosu değerleri birbirine uymuyorsa ve fakat her iki değer arasında bir korelasyon kurulabiliyorsa, bu yolla da gerçek meşçere parametreleri elde olunabilir.

Hasılat matrisleri doğal yolla oluşmuş meşçere tipleri için geliştirilebildiği gibi yapay olarak meydana gelmiş ya da genetik olarak ıslah edilmiş meşçere tipleri için de geliştirilebilir.

Herhangi bir yaş sınıfındaki meşçerelerin bugünkü yaşında taşıdığı ağaç serveti miktarının, gençleştirmeye sokulacağı yaşa kadar geçen sürede nasıl bir gelişim göstereceğinin izlenmesi, gençleştirme kesimleri ile ne kadar son hasılat etası ve gençleştirmeye kadar geçen süre içerisinde ne kadar ara hasılat etası alınacağı Eraslan (1981) tarafından geliştirilen "Artım Yüzdeleri Simülasyon Yöntemi" ile de hesaplanabilir.

4.8.1. Aktüel Hasılat Matrisi

Mevcut meşçere tiplerinin gençleştirilmesine kadar geçen periyotlarda uygulanacak silvikültürel müdahale ile alınabilecek ara ve son hasılat dizileridir.

4.8.2. Optimal Hasılat Matrisi

Mevcut meşçere tiplerinin gençleştirilmesinden sonraki periyotlarda alınabilecek ara ve son hasılat dizileridir.

4.9. Altyapısal Hizmetler

Ormanın üretim fonksiyonu dışında gördüğü tüm hizmetlere infrastrüktüel hizmetler ya da alt yapısal hizmetler adı verilir.

5. ARAŞTIRMA ALANININ SEÇİMİ, TANITIMI VE VERİLERİN ELDE EDİLMESİ

5.1. Araştırma Alanının Seçimi

Orman işletmelerinin planlanmasında, ormanlara ilişkin verilerin ve özellikle başlangıç değerlerinin eldesi çok önemlidir. Uzun süreli işletme planlaması yapımında, modele girdi oluşturan verilerin doğruluğu büyük önem taşır. Çünkü modelin başarısı, modele temel oluşturan girdilerin doğruluğu ile orantılıdır.

Türkiye, 1963 yılında birinci beş yıllık kalkınma planı ile planlı döneme girmiş ve bu plan ile Türkiye Ormanlarının Amenajman planlarının 10 yılda tamamlanması öngörülmüştür. Trabzon İşletmesi Ormanlarının planlanması da bu 10 yıllık dönem içinde, 1972 yılında gerçekleştirilmiştir ve 1983'de de yenilenmesi yapılmıştır.

Araştırma alanının seçimi amacıyla Trabzon İşletmesi Ormanlarının 1972 ve 1983 envanterlerine ilişkin 16 planlama birimi incelenmiştir. İnceleme sonucunda Meryemana Araştırma Ormanı, araştırma alanı olarak seçilmiştir. Bu seçimde ;

- 1) Meryemana Araştırma Ormanının çok amaçlı fonksiyonları içermesi,
- 2) Envanterlerin gerçekleşmesinde aynı yönetmelik esaslarının uygulanması,
- 3) Her iki envanterde de planlama birimi alan büyüklükleri ile bölme büyüklüklerinin değişmemesi,
- 4) Her iki envanterde de hava fotoğraflarından yararlanılmış olması gibi kriterler etken olmuştur.

5.2. Araştırma Alanının Tanıtımı

Meryemana Araştırma Ormanı, Trabzon Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletmesi hudutları içerisinde yer alır. İdari ve mali yönden Maçka Orman İşletmesine, teknik açıdan Trabzon Ormanlık Araştırma Müdürlüğüne bağlıdır.

1984-2003 dönemi için geçerli olan amenajman planına göre, Meryemana Araştırma Ormanının toplam alanı 9476.5 hektardır. Bu alanın 1042.5 hektarı ormanlık alan, 19.5 hektarı ağaçsız orman toprağı (OT), 1,0 hektarı fidanlık, 5.0 hektarı su, 170.0 hektarı yerleşim alanı ve 8238.5 hektarı da mera'dır. Ormanlık alanın 687.0 hektarı A-Lâdin İşletme sınıfında, 177.5 hektarı B-Muhafaza karakterinde işletme sınıfında ve 178.0 hektarı da Rv-Rezerv alanda yer almaktadır.

81 bölmeden oluşan Meryemana Araştırma Ormanında 13 prodüktif 5 de çok bozuk meşçere tipi saptanmıştır. Ortalama boniteti III olup, idare süresi 100 yıl olarak kabul edilmiştir. Aynı yaşlı kuruluşta orman olan Meryemana Araştırma Ormanı, yaş sınıfları yöntemine göre planlanmıştır. Plana göre, Lâdin işletme sınıfının 104.5 hektarı son hasılat kesim alanı, 453.0 hektarı da ara hasılat kesim alanı olarak ayrılmıştır. Ayrıca 32.0 hektarlık çok bozuk alan, ilk plan döneminde gençleştirilmeye dahil edilmiştir. Son hasılat kesimleri sonucu 38698 m^3 lük peryodik eta, 10 yıllık bakım kesimleri sonucu ise 7503 m^3 lük ara hasılat etası alınacağı kararlaştırılmıştır.

20 yıllık yapılan amenajman planının ilk 10 yılı sonunda, ara hasılatın ormanda yaratacağı olumlu ya da olumsuz etkinin incelenebilmesi için ara revizyonun gerçekleştirileceği amenajman planında vurgulanmıştır.

5.3. Verilerin Elde Edilmesi

5.3.1. Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi

Orman işletmelerinin doğaya açık olması ve uzun bir üretim süresine sahip bulunması ormancıları daima uzun süreli planlamalara zorlamaktadır. Matematik modeller kurularak gerçekleştirilecek uzun süreli ve çok amaçlı işletme planlamasında meşçere tiplerinin ağaç serveti, artımı, ara ve son hasılat etaları gibi temel bilgilerin perspektifi gerekmektedir. Bu bilgilerle de hasılat matrisleri ile elde olunur.

Bölüm 4.8. de belirtildiği gibi hasılat matrislerinin geliştirilmesi için çeşitli yöntemler vardır. Soykan(1984)' ın kullandığı yöntemlerden yararlanarak Meryemana Araştırma Ormanı için aktüel ve optimal hasılat matrisleri geliştirilmiştir.

5.3.1.1. Aktüel Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi

Meryemana Araştırma Ormanı Planlama Modeline temel oluşturan verilerin tespiti için ayrı bir envanter yapılmamış, 1983 tarihli envanter karneleri, 1984 de kullanılan avans raporları ve 1985 de tamamlanan amenajman planından yararlanılarak Tablo 9'daki değerler oluşturulmuştur.

Amenajman Planlarında Lb_3 meşçere tipi için verilen hektar değerlerinin birbirlerinden çok farklı olduğu gözlenmiş; aynı havza içerisinde yer almış bulunan ve aynı kuruluştaki Lb_3 meşçere tipleri, tarafımdan incelenmiş ve Tablo 9'daki Lb_3 meşçere tipi değerleri kabul edilmiştir.

Meryemana Araştırma Ormanının aktüel hasılat matrisleri meşçere tiplerinin durumuna göre iki grupta geliştirilmiştir. Bu gruplar meşçere tiplerinin rezerv alanda yer alışı ya da almayışına göre düzenlenmiştir. Bunun nedeni, geçerli Amenajman Planında rezerv alanındaki meşçere tiplerinin ilk peryodda hiç bir kesime tabi tutulmamış olmalarıdır.

Aktüel hasılat matrislerinin geliştirilmesine geçmeden önce artım ve aralama matrisleri belirlenmiştir. Bölüm 4.8.de ki yöntemlerden yararlanılarak geliştirilen bu matris değerleri Tablo 10 da listelenmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde La ve $LDIYa$ meşçere tipleri için artım ve aralama matrislerinin geliştirilmediği görülmektedir. Bunun nedeni, bu meşçere tiplerinin optimal hasılat matrisleri ile çalıştırılmış olmasıdır. Ayrıca 1 kapalı meşçereler için aralama matrisleri geliştirilmemiştir. $Kzbc_2$ meşçere tipinin ise ilk iki peryodda kesilmesinin zorunluluğundan dolayı bu per-

Meşçere Tipi	Alan (ha)			Hektardaki		Kararlaştırılan 10 yıllık bakım etası (m ³ /ha)
	Ladin İşl.Sın.	Muhafaza Kar.İşl.S	Rezerv Alan	Servet (m ³)	Artım (m ³)	
La	30.0	-	-	-	-	-
LDİYa	14.5	-	-	-	-	-
Lb ₃	14.5	7.5	8.0	324	11.0	14
Lbc ₃	98.0	40.5	24.5	335	7.0	22
LKnKzbd ₂	48.5	54.0	16.0	277	3.4	8
LKnbd ₃	51.5	13.5	17.0	376	6.0	25
Lcd ₁	22.5	-	4.5	163	2.3	-
Lcd ₂	81.5	36.5	35.5	360	4.5	15
Lcd ₃	143.5	3.0	16.0	379	6.4	26
LGDYd ₁	12.0	3.0	12.0	215	2.1	-
KnLcd ₂	17.5	-	12.5	211	3.0	8
Kzbc ₂	2.5	-	-	58	1.7	2
KzLDYc ₂	21.0	4.0	-	117	2.5	2
ÇBL	67.5	11.5	28.0	35	-	-
ÇBLKn	16.5	2.0	-	37	-	-
ÇBLKnKz	-	-	4.0	40	-	-
ÇBLKz	-	2.0	-	37	-	-
ÇBDYL	25.0	-	-	32	-	-
Deneme Al.	20.5	-	-	-	-	-
OT	19.5	-	-	-	-	-
Toplam	706.5	177.5	178.0			

Tablo 9 : Meryemana Araştırma Ormanında Mevcut Meşçere Tiplerinin İşletme Sınıfları İtibariyle Alan, Servet, Artım ve Kararlaştırılan Bakım Eta Miktarı

Peryot Meş. Tipi	Artım Matrisleri (m ³ /ha)					Aralama Matrisleri(%)			
	I 0-20	II 21-40	III 41-60	IV 61-80	V 81-100	I 0-20	II 21-40	III 41-60	IV 61-80
LGDYd ₁	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	-	-	-	-
Lcd ₁	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	-	-	-	-
KnLcd ₂	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	3.7	5.0	6.3	7.6
Lcd ₂	4.3	4.1	3.9	3.8	3.7	6.7	7.7	8.5	9.1
Lcd ₃	5.8	5.2	4.7	4.3	4.0	10.5	12.0	13.4	14.7
LKnKzbd ₂	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	3.0	4.3	5.4	6.3
LKnbd ₃	5.4	4.9	4.5	4.2	4.0	10.3	11.8	13.2	14.5
Lbc ₃	5.5	4.5	3.5	3.0	3.0	9.8	11.3	12.7	14.0
Kzbc ₂	1.7	1.6	-	-	-	4.0	-	-	-
KzLDYc ₂	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	7.7	8.8	9.9	11.0
l.b ₃	8.8	7.2	6.0	5.2	4.8	8.1	11.8	15.6	19.2
La	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LDlYa	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 10: Meşçere Tiplerinin Artım ve Aralama Matrisleri yodlara ilişkin artım ve aralama matrisleri saptanmıştır. Çok bozuk meşçere tiplerinde, büyüme sıfır kabul edilerek artım ve aralama matrisleri geliştirilmemiştir.

Rezerv alanda yer almayan meşçere tiplerinden Lbc₃ ve Lcd₁ in rezerv alanda yer alan Lcd₃'ün aktüel hasılat matrislerinin nasıl geliştirildikleri aşağıda açıklanmıştır. Diğer meşçere tipleri de benzer şekilde işlemlere tabi tutulmuş ve oluşturulan hasılat matrisleri birer tabloda gösterilmiştir.

Lbc₃ meşçere tipinin aktüel hasılat matrislerinin hesaplanması :

Lbc₃ meşçere tipinin envanterle saptanan ağaç servetinin 335 m³/ha yıllık artımın da 7.0 m³/ha olduğu tablo 9'da görül-

mektedir. Tablo 10 daki artım ve aralama matrisleri dikkate alınarak Lbc_3 meşçere tipinin ara ve son hasılat matrislerini oluşturalım. İlk periyotta son hasılat kesimi uygulanacaksa başlangıç servetine progresif azalan artım ilave edilecektir. Formüle edilirse, $E_p = V_s + z \cdot n/2$ olur. Burada; E_p = Peryodik son hasılat etasını, V_s = Ağaç servetini, n = Peryod uzunluğunu, z = Artımı göstermektedir.

$E_p = 335 + 10.5,5 = 390 \text{ m}^3/\text{ha}$. Böylece Lbc_3 meşçere tipine ilk periyotta son hasılat kesimi uygulandığında $390 \text{ m}^3/\text{ha}$ son hasılat etası alınmış olacaktır. Eğer Lbc_3 meşçere tipine ilk periyotta bakım, ikinci periyotta gençleştirme kesimi uygulanacaksa, başlangıç serveti olan 335 m^3 'e periyodik artım (20.5,5) ilave edilecek, bulunan değerden ilk periyoddaki kararlaştırılan bakım etası çıkarılacaktır. Yani, ikinci periyoda girerken meşçere tipinin ulaşacağı servet 401 m^3 olacaktır. Bu değere progresif azalan artımın ilavesiyle ikinci periyoddaki son hasılat etası bulunacaktır. Bu değer $401 + 10.4,5 = 446 \text{ m}^3/\text{ha}$ olacaktır. Lbc_3 meşçere tipi üçüncü periyotta son hasılat kesimine tabi tutulacaksa; ikinci periyoda girerken oluşan servete periyodik artım ilave edilecek, bulunacak değerden ikinci periyoddaki aralama yüzdesi kadar ara hasılat etası çıkarılacak ve üçüncü periyodun başlangıç serveti bulunacaktır. Bu değerde $401 + 20.4,5 = 491 \text{ m}^3$; $491 - \%11,3.491 = 436 \text{ m}^3$ olacaktır. 436 m^3 'e progresif azalan artımın ilavesiyle üçüncü periyoddaki son hasılat etası hesaplanmış olacaktır. Lbc_3 meşçere tipi birinci, ikinci, üçüncü periyotlarda ara hasılat kesimlerine, dördüncü periyotta son hasılat kesimine tabi tutulacaksa bu durumda ara ve son hasılat matrisleri şu şekilde hesaplanacaktır. Üçüncü periyoda girerken meşçerenin ulaştığı 436 m^3 'lük servete periyodik artım (20.3,5) ilave edilecektir. Bulunan değerden $\%12,7$ 'lik ara hasılat etası çıkarılacak ve meşçere dördüncü periyod başında 442 m^3 'lük servete ulaşacaktır. Bu değere progresif azalan artımın ilavesiyle dördüncü periyoddaki son hasılat etası bulunmuş olacaktır. Eğer Lbc_3 meşçere tipi beşinci periyotta gençleştirme kesimine tabi tutulup diğer periyotlarda bakım uygulanacaksa; dördüncü periyod başındaki 442 m^3 'lük servete periyodik artım (20.3,0) ilave edilecek, bulunan değerden $\%14$ 'lük ara hasılat etası çıkarılacak

ve beşinci peryod başındaki servet bulunacaktır. Hesaplama sonucu bu değer 432 m^3 olacak ve progresif azalan artımın ilavesiyle de beşinci peryoddaki son hasılat etası saptanmış olacaktır.

Yukarıda açıklanan işlemler sonucu rezerv alanda yer almayan Lbc_3 meşçere tipinin ara ve son hasılat matrisleri ;

- I. Peryodda 44 m^3 ara hasılat 390 m^3 son hasılat,
- II. Peryodda 55 m^3 ara hasılat 446 m^3 son hasılat,
- III. Peryodda 64 m^3 ara hasılat 471 m^3 son hasılat,
- IV. Peryodda 70 m^3 ara hasılat 472 m^3 son hasılat,
- V. Peryodda 689 m^3 son hasılat etası

alınacak şekilde hesaplanmıştır.

Lcd_1 meşçere tipinin aktüel hasılat matrislerinin hesaplanması : Hiçbir peryodda ara hasılat kesimine tabi olmayacak Lcd_1 meşçere tipinde başlangıç serveti $163 \text{ m}^3/\text{ha}$, artımı ise $2,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'dır. Düzenleme süresindeki peryodlarda Lcd_1 meşçere tipinin son hasılat matrisleri şöyle hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} 163+10.2,2 &= 185 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ ilk peryoddaki son hasılat etası} \\ 163+20.2,2 &= 207 \\ 207+10.2,1 &= 228 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ ikinci peryoddaki son hasılat etası} \\ 207+20.2,1 &= 249 \\ 249+10.2,0 &= 269 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ üçüncü peryoddaki son hasılat etası} \\ 249+20.2,0 &= 289 \\ 289+10.2,0 &= 309 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ dördüncü peryoddaki son hasılat etası} \\ 289+20.2,0 &= 329 \\ 329+10.2,0 &= 349 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ beşinci peryoddaki son hasılat etası.} \end{aligned}$$

Rezerv alanda yer almayan meşçere tiplerinden $LG DYd_1, Lcd_1$ gibi; diğerleri de Lbc_3 meşçere tipinin aktüel hasılat matrislerinin geliştirilmesinde olduğu gibi hesaplanmış ve tablo 11 de listelenmiştir.

Lcd_3 meşçere tipinin aktüel hasılat matrislerinin hesaplanması : Rezerv alanda yer alan bu meşçere tipi ilk peryodda herhangi bir silvikültürel müdahaleye maruz kalmayacaktır.

Peryot Meş. Tipi	I		II		III		IV		V	Alan (ha)
	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	
LGDYd ₁	235	-	274	-	311	-	346	-	379	38.0
Lcd ₁	185	-	228	-	269	-	309	-	349	33.5
KnLcd ₂	239	10	283	15	318	22	343	28	360	36.0
Lcd ₂	403	30	457	37	500	46	531	52	554	144.5
Lcd ₃	437	52	495	66	528	77	541	86	538	164.5
LKnKzbd ₂	309	10	361	17	402	23	434	29	458	70.0
LKnbd ₃	430	50	493	64	523	75	535	84	533	74.5
Lbc ₃	390	44	446	55	471	64	472	70	462	131.5
Kzbc ₂	75	4	105	-	-	-	-	-	-	3.0
KzLDyc ₂	142	13	178	18	209	23	230	28	245	20.5
Lb ₃	390	28	500	36	581	42	642	44	689	18.5
La ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	581	34.5
ÇBL	15	-	15	-	15	-	15	-	15	86.0
ÇBDYL	24	-	24	-	24	-	24	-	24	28.5
ÇBLKn	19	-	19	-	19	-	19	-	19	17.0
ÇBLKnKz	22	-	22	-	22	-	22	-	22	7.0
OT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.5

Tablo 11: Rezerv Alanı Olarak Ayrılmayan Meşçere Tiplerinin Aktüel Ara ve Son Hasılat Matrisleri

379 m³'lük başlangıç servetine ilk periyotta yapacağı artım ilave edilecek ve ikinci periyot başındaki servet bulunacaktır. $379+20.5,8 = 495$. Bu değere progresif azalan artım ilavesiyle ikinci periyoddaki son hasılat etası hesaplanacaktır. $495+10.5,2 = 547$ m³/ha. Eğer Lcd₃ meşçere tipi üçüncü periyotta son hasılat kesimine tabi tutulacaksa, ikinci periyot başındaki servete periyodik artım ilave edilecek ve bulunan değerden ikinci periyoddaki aralama yüzdesi kadar ara hasılat etası çıkarılacaktır. Böylece üçüncü periyot başındaki servet bulunacaktır. $495+20.5,2 = 599$; $599 - \% 12.599 = 527$ m³/ha.

Üçüncü periyot başındaki servete progresif azalan artımın ilavesiyle de üçüncü periyoddaki son hasılat etası saptanacaktır. $527+10.4,7 = 574$ m³/ha. Dördüncü periyotta son hasılat kesimi uygulandığında, üçüncü periyot başındaki servet periyodik artımla çalıştırılacak ve bulunan değerden üçüncü periyoddaki aralama yüzdesi kadar ara hasılat etası çıkarılarak dördüncü periyot başındaki servet bulunacaktır. Bu değere progresif azalan artım ilave

vesiyle de dördüncü peryoddaki son hasılat etası hesaplanacaktır. $527+20.4,7 = 621$; $621- \%13,4. 621=538 \text{ m}^3/\text{ha}$; $538+10.4,3=581 \text{ m}^3/\text{ha}$. Eğer Lcd_3 meşçere tipine beşinci peryodda müdahale edilip son hasılat etası alınacaksa, dördüncü peryod başındaki servete peryodik artım ilave edilecek ve meydana gelecek değerden de dördüncü peryoddaki aralama yüzdesi kadar ara hasılat etası çıkarılacaktır. Böylece beşinci peryod başındaki servet bulunacak, bu değere de progresif azalan artımın ilavesiyle beşinci peryoddaki son hasılat etası elde edilecektir. $538+20.4,3=624$; $624-\%14,7.624=532$; $532+10.4,0=572 \text{ m}^3/\text{ha}$. Bu durumda rezerv alanda yer alan Lcd_3 meşçere tipinin aktüel hasılat matrisleri ;

- II. Peryodda 72 m^3 ara hasılat 547 m^3 son hasılat,
III. Peryodda 83 m^3 ara hasılat 574 m^3 son hasılat,
IV. Peryodda 92 m^3 ara hasılat 581 m^3 son hasılat,
V. Peryodda 572 m^3 son hasılat etası

alınacak şekilde hesaplanmıştır.

Rezerv alanda yer alan tüm meşçere tipleri Lcd_3 meşçere tipine benzer şekilde işleme tabi tutulmuş ve geliştirilen aktüel hasılat matrisleri tablo 12 de listelenmiştir.

Peryot Meş. Tipi	II		III		IV		V	Alan (ha)
	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	Ara H.	Son Hasılat	
Lcd_2	487	41	526	48	555	54	576	34,5
Lcd_3	547	72	574	83	581	92	572	16,0
Lbc_3	490	60	510	69	506	75	491	23,0
LKnbd_3	533	69	558	80	565	88	559	15,5
LKnKzbd_2	371	17	412	24	443	30	466	16,0
Lb_3	572	76	628	107	633	131	601	8,0
KnLcd_2	293	16	333	22	358	29	374	11,0
Lcd_1	228	-	269	-	309	-	342	4,5
LGDyd_1	274	-	311	-	346	-	379	13,0

Tablo 12 : Meşçere Tiplerinin İşlem Göreceği Döneme Göre Hesaplanan Aktüel Hasılat Matrisleri

Meryemana Araştırma ormanında yer alan karışık meşçereler için ayrı bir hasılat matrisi geliştirilmemiştir. Ülkemizde karışık meşçereler için hasılat tablosu düzenlenmemesi, Speidel (1972) ve Zednik (1962)'in önerdiği değerlerin farklı oluşu nedeniyle karışık meşçereler, saf Lâdin meşçerelerinin hasılat matrisleriyle işleme sokulmuştur.

5.3.1.2. Optimal Hasılat Matrislerinin Geliştirilmesi

Çalışmamızda optimal hasılat matrisleri, ortalama III. bonitette, doğal yolla gençleştirilmiş Lâdin Hasılat Tablosu değerlerinden yararlanılarak geliştirilmiştir.

Aktüel durumdaki meşçerelerin son hasılat kesimine tabi tutuldukları periyotta doğal ya da yapay olarak gençleştirilecekleri varsayılmıştır. Gençleştirilen meşçereler ilk periyotta hiçbir silvikültürel müdahale görmeyecekler, izleyen periyotlarda şu uygulamalar yapılacaktır: İkinci periyodun 30-40 yaşları arasında hektardan 10 m^3 , üçüncü periyotta 28 m^3 ve dördüncü periyotta 36 m^3 ara hasılat etası alınacaktır. 100 yıllık idare süresinin son periyodunda ise hektardan 581 m^3 son hasılat etası çıkarılacaktır.

Akalp(1978) tarafından düzenlenen III.bonitetdeki lâdin hasılat tablosundan yararlanılarak geliştirilen optimal hasılat matrisleri Tablo 13'de listelenmiştir.

5.3.2. Ekonomik Matrislerin Geliştirilmesi

Türkiye'de gerçekleştirilen orman işletme planlaması, sadece ormanın fiziki durumu dikkate alınarak yapılmakta ve planlama biriminin neresinden, ne zaman, ne kadar eta alınacağı kararlaştırılmaktadır. Orman işletmesindeki kesim, taşıma, depolama, korum tohumlama, ağaçlandırma v.b. gibi faaliyetlere ilişkin harcamalar ile; ürün satışlarından elde edilecek gelirlere ait herhangi bir ekonomik durum işletme planlamasında yer almamaktadır.

Entansif işletmeciliğin uygulandığı Amerika Birleşik Devletleri ve Batı Almanya ormancılığında orman işletmelerinin ekonomi

Peryot	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ara Hasılat Etası (m ³)	-	10	28	36	41	45	48	51	54	55
Son Hasılat Etası	-	236	390	500	581	642	689	727	758	784

Tablo 13: Meryemana Araştırma Ormanı III.Bonitet Optimal Hasılat Matrisleri

raporları geliştirilmektedir. Örneğin A.B.D.de geliştirilen Timber RAM adlı projeye orman işletmesinin ekonomik başarısı ortaya konmuştur. Meşçere tiplerinin tümü hangi peryotta ne çeşit bir kesime tabi tutulduğunda, MMF(hacim birimi) olarak ne kadarlık bir brüt para hasılatı alınacağı, MMF ve Acre(alan birimi)başına ne kadarlık bir masrafın yapılacağı matrisiyel olarak geliştirilmiştir.

Herhangi bir meşçere tipinin, düzenleme süresi ya da düzenleme süresi sonrası peryodlarda kesime tabi tutulduğunda m³ olarak vereceği brüt para hasılatı, m³ ve hektar başına oluşacak masraflara ilişkin geliştirilen değerlere ekonomik matris denir. Burada, brüt gelir ile masraflar arasındaki farkın net geliri oluşturacağı aşikârdır.

Araştırma alanı olarak ele alınan Meryemana Araştırma Ormanının ekonomik matrislerinin geliştirilebilmesi için gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla bölge şefliği ve bölge müdürlüğündeki kayıtlar büyük bir dikkatle tarafımdan incelenmiştir. İnceleme sonucunda, beş yıllık tamir, bakım ve büyük onarım masrafları, altı yıllık yapay gençleştirme masrafları, on yıllık istihsal masrafları ile sekiz yıllık açık artırmalı satış miktarları elde olunabilmiştir.

İdare süresi ya da idare süresinin katları kadar bir süreyi kapsayan uzun süreli bir planlamada 5-10 yıllık başlangıç verileri ile perspektif yapılmasının hatalı olabileceği ve planlama modellerinde yer alan aktivitelerin bir meşçere tipi gibi ele alınacağı nedenleri ile bu araştırmada ekonomik matris geliştirilememiştir.

Teknik, ekonomik, sosyal ve kültürel yönden hızla gelişen Türkiye'de ileriki yıllarda güvenilir ekonomik matrislerin geliştirilebilmesi ve planlama modellerinde yer alması kaçınılmaz olacaktır

6. ARAŞTIRMANIN PLANLANMASI VE BULGULAR

6.1. Araştırmanın Planlanması ve Bulgular

Ormancılık planlamasının amacı, belirli bir yetiştirme ortamı koşullarına ağırlıklı yer veren işlevlerini yeterince yerine getirebilecek ormanlar kurmak, bunların bakım ve devamlılıklarını sağlamaktır. Çünkü her dalda hızla gelişen endüstrileşme ile ormanın hammaddesi kaynak gereksinimi giderek artmaktadır. Bu istekleri karşılamanın yanında toplumun ormandan beklediği alt yapı hizmetlerinin de yerine getirilmesi, planlanması gerekir.

Orman işletmelerinin ya da onun birer planlama ünitesi olan bölge, seri ya da işletme sınıfının planlanması ele alınan araştırmanın konusudur. Böyle bir planlamada orman işletmesinin asıl amacı olan orman ürünleri ihtiyacının devamlı olarak karşılanması yanında mevcut orman kaynaklarından çok yönlü yararlanma ilkesine uygun olarak uzun süreli bir planlamanın gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bununla gerçekleştirilebilmesi için öncelikle amaçlar saptanmış, amaç fonksiyonları kurulmuştur. Daha sonra kurulan planlama modellerinin çözümü gerçekleştirilerek hangi meşçere tipinden, ne zaman ve ne kadar son hasılat alanı kesileceği saptanmıştır. Son aşamada ise planlama modellerinin düzenleme süresini ve düzenleme süresi sonrasını kapsayan kesim planları oluşturulmuştur.

6.1.1. Amaçların Saptanması

Orman işletmeleri uzun bir zaman ve geniş alan boyutlarında işlevlerini sürdüren ve çevreye açık karmaşık bir sistem yapısına sahiptir. Diğer işletme birimlerinde olduğu gibi ekonomi faaliyetleri içerisinde bulunan orman işletmesi sistemindeki en önemli unsur amaç'tır. Kısaca işletme faaliyeti, mal ya da hizmet üretimi amacına yöneliktir.

Orman işletmesini ya da onun herhangi bir birimini çok amaçlı planlayıp işletebilmek demek ; "Doğal bir kaynak olan o

nı ve alanını, kendine özgü yapısını ve dengesini bozmadan ve bunun için de amaçlama da belli uyum ve sıralamayı gerçekleştirerek, kaynakları optimal düzeyde insanların yararlanmasına sunmak ve bu amaçla işletmektir"(Kapucu,1982).

Türkiye'de orman işletmesi için amaç saptama ve hedef belirleme problemi bugüne kadar çözülememiştir(Eraslan,1980).Çünkü Türkiye'de orman işletmelerinin planlanmasına, istihsalin planlanması gözü ile bakılmaktadır. Halbuki toplumun ormanlardan beklediği mal ve hizmet üretimi gittikçe artmakta ve orman işletmelerinin planlanmasında maksimum hasılat eldesi amacı,yerini sürekliliğin tam olarak sağlanmasına ve ormanın aynı derecede altyapısal hizmetlerini yerine getirmesine bırakılmaktadır.

Bugün ülkemiz orman işletmelerinin planlanmasında aşağıda özetlenen amaçlar dikkate alınabilir.

- Kesim planı süresince ormandan alınacak hasılatın maksimum olması,
- Minimum kesim alanın gerçekleştirilmesi,
- Peryodik hasılatın belirli sınırlar arasında tutulması,
- Düzenleme süresi ya da düzenleme süresi sonrası periyodlarda orman ya da arazi iradı değerinin maksimum olması,
- Yaş sınıfları alan dağılışını belli bir düzende sağlamak amacıyla her periyodda gençleştirilecek alanların belirli sınırlar arasında tutulması,
- İşçi, araç, gereç v.b. gibi kısıtlamalardan dolayı bazı periyodik sınırlamaların konması,
- Yol sorunu olan meşçere tiplerindeki girilebilirliklerin belirlenmesi,
- Çok bozuk ve açıklık alanların hangi periyodlarda ağaçlandırılacaklarının saptanması,
- Rezerv ormanı olabilecek alanlara ilişkin sınırlamalar getirilmesi,
- Rekreasyon hizmetleri sunulabilecek alanlarda kesim miktarının minimum yapılması ya da hiç yapılmaması,

- Altyapısal hizmetlerin maksimum kılınması,
- Olağanüstü eta alınması durumunda ilgili alanlara ilişkin kısıtların planlama modellerinde yer alması,
- Orman işletmesinin ekonomik başarısını ortaya koyabilecek ekonomik matrislerle planlamaların oluşturulması gibi,

Yukarıda sıralanan ve çoğaltılması her zaman mümkün bulunan bu amaçlar diğer bir yaklaşımla aşağıdaki şekilde de çeşitlenebilir.

- Ağaçlandırma, işletme, koruma gibi giderlerin en aza indirilmesi ya da önceden saptanan ödenek miktarını aşmaması,
- Hedeflenen miktarlar kadar kereste, kaplama tomruğu, kontraplak, kibrit odunu, kağıt odunu gibi ürün çeşitlerinin alınması ve bu ürün düzeylerinin maksimum kılınması,
- Ürünlerden elde edilen gelirin maksimum yapılması gibi.

Meryemana Araştırma Ormanı için geliştirilen planlama modellerinde yukarıda özetlenen amaçlar değişik şekillerde yer almıştır. Hangi model tipinde, hangi amacın kullanıldığı 6.1.3. bölümünde, modellerin kurulması aşamasında belirtilmiştir.

6.1.2. Amaç Fonksiyonlarının Kurulması

Meryemana Araştırma Ormanındaki meşçere tipleri iki grupta toplanmış ve bu gruplara ilişkin amaç fonksiyonları kurulmuştur. Aşağıda meşçere tiplerinin nasıl gruplandırıldıkları açıklanmış ve daha sonra amaç fonksiyonlarının kurulmasına geçilmiştir.

Birinci Grup : Bu grupta yer alan meşçere tipleri, mevcut amenajman planındaki Ladin İşletme Sınıfı ve Rezerv alan meşçere tiplerinden oluşmuştur. Muhafaza karakterindeki işletme sınıfındaki meşçere tipleri gruplandırmaya sokulmamıştır. Amenajman planındaki La ve LDİYa meşçere tipleri birinci grupta birleştirilerek La diye sembolize edilmiştir. Rezerv alanda yer alan 28.0 h

Peryot Meş. Tipi	Peryot					Alan (ha)
	I	II	III	IV	V	
Lcd ₂	-	487	526	555	576	35.5
Lcd ₃	-	547	574	581	572	16.0
Lbc ₃	-	490	510	506	491	24.5
LKnbd ₃	-	533	558	565	559	17.0
LKnKzbd ₂	-	371	405	428	440	16.0
Lb ₃	-	572	628	633	601	8.0
KnLcd ₂	-	293	321	340	351	12.5
Lcd ₁	-	228	269	309	349	4.5
LGDYd ₁	-	274	311	346	379	12.0
LGDYd ₁	235	274	311	346	379	12.0
Lcd ₁	185	228	269	309	349	22.5
KnLcd ₂	239	277	306	326	338	17.5
Lcd ₂	403	457	500	531	554	81.5
Lcd ₃	437	495	528	541	538	143.5
LKnKzbd ₂	309	355	390	414	427	48.5
LKnbd ₃	430	493	523	535	533	51.5
Lbc ₃	390	446	471	472	462	98.0
Kzbc ₂	75	105	-	-	-	2.5
KzLDYc ₂	142	187	226	256	277	21.0
Lb ₃	390	500	581	642	689	14.5
La	-	-	-	-	581	44.5
ÇBL	35	35	35	35	35	95.5
ÇBDYL	32	32	32	32	32	25.0
ÇBLKn	37	37	37	37	37	16.5
ÇBLKnKz	40	40	40	40	40	4.0
OT	-	-	-	-	-	19.5
						Σ864.0

Tablo 14 : Birinci Grup Meşçere Tiplerinin Alan ve Son Hasılat Matrisleri

büyükliğündeki ÇBL ve 4.0 ha'lık ÇBLKnKz, Ladin işletme sınıfına dahil edilmiştir. Birinci gruba giren meşçere tipleri sayısı 26'yı bulmuş ve bunların ilk dokuzunu rezerv alandaki meşçere tipleri oluşturmuştur. Yürürlükteki amenajman planıyla bir mukayese yapabilmek için birinci gruptaki meşçere tiplerinde fazla bir değişiklik yapılmamış, burada yer alan, ara ve son hasılat matrisleri Tablo 14'de listelenmiştir.

İkinci Grup : Bu grupta yer alan meşçere tiplerinde rezerv alanı ayrımı yapılmamıştır. Meşçere tipleri en yaşlıdan başlayan bir önceliğe tabi tutulmuştur. Aynı yaş sınıfındaki meşçerelerde ise öncelik 1 kapalılığa verilmiştir. 2 ve 3 kapalılıklar daha sonraki sırayı paylaşmışlardır. Yaşları ve kapalılıkları aynı olan meşçerelerde ise d çağı en öncelikli olmuş, bunu sırasıyla c, b ve a çağı izlemiştir. İkinci grup meşçere tiplerinde Meryemana Araştırma Ormanının meşçere tipleri haritası göz önüne alınarak 18.5 hektarlık ÇBL, 4.0 hektarlık ÇBLKnKz meşçere tipleri muhafaza karakterinde işletme sınıfına dahil edilmiştir. Tablo 15'de, ikinci grup meşçere tipleri alan ve son hasılat matrisleriyle listelenmiştir.

Meryemana Araştırma Ormanına ilişkin amaç fonksiyonlarının nasıl kuruldukları örnekleriyle aşağıda açıklanmıştır.

1) Düzenleme süresince yaş sınıfları alan dağılışı sağlamak amacıyla her peryotta gençleştirilecek alanlar, hedeflenen değerler kadar olmalıdır.

$$G_l + \sum_{i=1}^m X_{i,j} + n_j - p_j = H_j \quad \text{Burada ;}$$

G_l : amaç fonksiyonunu

J : 1,.....,n

n : peryot sayısını

m : meşçere tipi sayısını

$X_{i,j}$: i'nci meşçere tipinin j'nci peryotta kesilen alan miktarını (ha)

H_j : yaş sınıfları alan dağılışı,

n_j = yaş sınıfları alan dağılışımdan olan nefatif sapmayı,
 p_j = yaş sınıfları alan dağılışımdan olan pozitif sapmayı
simgeler.

G_1 amaç fonksiyonuna örnek, Tablo 14'deki birinci grup meşçere tiplerinden verilmiştir.

$$X_{1,1} + X_{2,1} + \dots + X_{26,1} + n_1^{-p_1} = 136.5$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} + \dots + X_{26,2} + n_2^{-p_2} = 181.5$$

$$X_{1,3} + X_{2,3} + \dots + X_{26,3} + n_3^{-p_3} = 182.0$$

$$X_{1,4} + X_{2,4} + \dots + X_{26,4} + n_4^{-p_4} = 182.0$$

$$X_{1,5} + X_{2,5} + \dots + X_{26,5} + n_5^{-p_5} = 182.0$$

2) Düzenleme süresi boyunca tüm meşçere tipleri bir defa son hasılat kesimine tabi tutulmalı ve bu alanlarda ikinci bir kesim yapılmamalıdır.

$$G_2 \rightarrow \sum_{i=1}^m X_{i,j} + n_i^{-p_i} = A_i \quad \text{Burada ;}$$

$$i = 1, \dots, m$$

A_i = i'nci meşçere tipinin toplam alanı.

Örnek, Tablo 15 deki ikinci grup meşçere tiplerinden yararlanılarak verilmiştir.

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} + n_1^{-p_1} = 19.5$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} + n_2^{-p_2} = 20.0$$

.....

$$X_{30,1} + X_{30,2} + X_{30,3} + X_{30,4} + X_{30,5} + n_{30}^{-p_{30}} = 19.5$$

Peryot Meş. Tipi	I	II	III	IV	V	Alan (ha)
LGDYd ₁	235	274	311	346	379	19.5
Lcd ₁	185	228	269	309	349	20.0
LKnKzbd ₂	309	355	390	414	427	40.5
Lcd ₂	403	457	500	531	554	99.0
KnLcd ₂	239	277	306	326	338	14.0
Lcd ₃	437	495	528	541	538	123.0
LKnbd ₃	430	493	523	535	533	18.0
Lbc ₃	390	446	471	472	462	28.0
LGDYd ₁	235	274	311	346	379	4.5
Lcd ₁	185	228	269	309	349	7.0
Lcd ₂	403	457	500	531	554	18.0
LKnKzbd ₂	309	355	390	414	427	24.0
KnLcd ₂	239	277	306	326	338	16.0
KzLDYc ₂	142	187	226	256	277	8.5
Kzbc ₂	75	105	-	-	-	2.5
Lcd ₃	437	495	528	541	538	30.0
LKnbd ₃	430	493	523	535	533	50.5
Lbc ₃	390	446	471	472	462	80.0
Lb ₃	390	500	581	642	689	9.0
KzLDYc ₂	142	187	226	256	277	12.5
Lcd ₃	437	495	528	541	538	6.5
Lbc ₃	390	446	471	472	462	17.5
Lb ₃	390	500	581	642	689	10.5
La	-	-	-	-	581	30.0
LDIYa	-	-	-	-	581	14.5
Deneme Al.	-	-	-	-	-	20.5
ÇBL	35	35	35	35	35	77.0
ÇBDYL	32	32	32	32	32	25.0
ÇBLKn	37	37	37	37	37	16.5
OT	-	-	-	-	-	19.5
						<u>Σ 862.0</u>

Tablo 15 : İkinci Grup Meşçere Tiplerinin Alan ve Son Hasılat Matrisleri

3) Düzenleme süresi boyunca peryotlardan alınacak son hasılat etaları, ilk peryoda göre belirli yüzde oranında arttırılabilir ya da azaltılabilir.

$$G_3 \rightarrow \sum_{i=1}^m X_{i,1} \cdot V_{i,1} + n_1^{-p_1} = T_1 \quad \text{ve}$$

$$\frac{100 + q_{j+1}}{100} \sum_{i=1}^m X_{i,j} \cdot V_{i,j} - \sum_{i=1}^m X_{i,j+1} \cdot V_{i,j+1} + n_j^{-p_j} = 0$$

Burada ;

$V_{i,j}$ = i meşçere tipinin j peryotta kesilmesiyle alınacak son hasılat etasını,

T_1 = ilk peryotta alınacak son hasılat etası miktarını,

q = peryodik hasılatlardaki artış ya da azalış yüzdesini,

J = $1, \dots, n-1$ 'i simgeler.

G_3 amaç fonksiyonunun kurulmasına ilişkin örnek, birinci grup meşçere tiplerinden verilmiştir.

$$0 \cdot X_{1,1} + 0 \cdot X_{2,1} + \dots + 40 \cdot X_{25,1} + 0 \cdot X_{26,1} + n_1^{-p_1} = 40000$$

.....

$$576 \cdot X_{1,5} + 572 \cdot X_{2,5} + \dots + 40 \cdot X_{25,5} + 0 \cdot X_{26,5} + n_5^{-p_5} = 80000$$

4) Düzenleme süresi sonunda plan ünitesinin toplam hasılat etası hedeflenen değer kadar olmalıdır.

$$G_4 \rightarrow \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{i,j} \cdot V_{i,j} + n_1^{-p_1} = S \quad \text{Burada ;}$$

S = Toplam son hasılat etasını gösterir.

Örnek, ikinci grup meşçere tiplerinden verilmiştir. Düzenleme süresi 80 yıl alındığında periyot sayısı (n) 4 olarak alınmıştır.

$$235.X_{1,1} + 274.X_{1,2} + 311.X_{1,3} + 346.X_{1,4} + \dots + 0.X_{30,1} \\ + 0.X_{30,2} + 0.X_{30,3} + 0.X_{30,4} + n_1 - p_1 = 425000$$

5) Çok bozuk ve açıklık alanların ağaçlandırılmaları belirlenen periyotlarda gerçekleştirilmelidir.

Örneğin, ikinci meşçere grubunda yer alan çok bozuk meşçere tipleri ile açıklık alanların ilk 3 periyotta eşit olarak ağaçlandırılacağı varsayılmıştır.

$$X_{27,1} + X_{28,1} + X_{29,1} + X_{30,1} + n_1 - p_1 = 46.0$$

$$X_{27,2} + X_{28,2} + X_{29,2} + X_{30,2} + n_2 - p_2 = 46.0$$

$$X_{27,3} + X_{28,3} + X_{29,3} + X_{30,3} + n_3 - p_3 = 46.0$$

6) Meşçere tipleri belli bir kesim düzenine göre gençleştirilmelidir.

Örneğin, birinci grupta yer alan $Kzbc_2$ 'nin düzenleme süresinin ilk iki periyodunda, La 'nın beşinci periyotta kesilmesi kararlaştırılmıştır.

$$X_{18,1} + X_{18,2} + n_1 - p_1 = 2.5$$

$$X_{21,5} + n_2 - p_2 = 44.5$$

Ulaşım sorunu nedeniyle bazı meşçere tiplerine girilemez, bu alanlara ilişkin sınırlamalar modele konabilir. Meryemana Araştırma Ormanında yeterli ulaşım sistemi bulunduğundan böyle bir sınırlama modelde yer almamıştır.

7) Rezerv alanı olarak ayrılan meşçere tipleri, bu ayrıma tabi tutuldukları sürece kesim dışı bırakılmalıdır.

Birinci grup meşçere tiplerinin ilk dokuzu ilk peryodda rezerv alanında yer almış ve hiçbir müdahaleye maruz kalmamıştır.

$$X_{1,1} + n_1^{-p_1} = 35.5$$

$$X_{2,1} + n_2^{-p_2} = 16.0$$

.

.

$$X_{9,1} + n_9^{-p_9} = 12.0$$

8) Meşçere tiplerinin kesim sırasını belirlemek amacıyla değişik amaç fonksiyonları kurulmalıdır.

Örneğin ikinci grupta yer alan meşçere tipleri yaşlarına göre sıralanmıştır. En yaşlıdan başlayarak önce l kapalıları sonra d, c, b çağ sınıfları kesime sokulmuştur.

$$X_{1,1} + n_1^{-p_1} = 19.5$$

.

$$X_{16,4} + n_{16}^{-p_{16}} = 30.0$$

.

$$X_{24,5} + n_{24}^{-p_{24}} = 30.0$$

$$X_{25,5} + n_{25}^{-p_{25}} = 14.5$$

9) Muhafaza ormanı olarak ayrılan meşçere tiplerinde düzenleme süresi boyunca kesim yapılmamalıdır.

Meryemana Araştırma Ormanındaki bu tür alanlar, modelin boyutlarını büyütmemesi için model dışı bırakılmıştır.

10) Rekreasyon amacıyla kullanılacak alanlar kesim dışı bırakılabilir ya da az bir kesim yapılabilir.

Meryemana Araştırma Ormanında rekreasyon alanı olarak ayrılabilir alanlar, Muhafaza Ormanı içerisinde yer aldıklarından ayrı bir amaç fonksiyonu olarak tanımlanmamışlardır.

11) Plan ünitesi ya da meşçere tipleri için ekonomik matrisler geliştirilebilirse, periyodik son hasılatın parasal değerinin maksimizasyonu sağlanabilir.

$$G_7 \rightarrow \sum_{i=1}^m X_{i,j} \cdot E_{i,j} + n_j \cdot p_j = F_j \quad \text{Burada ;}$$

$E_{i,j}$: i meşçere tipinin j periyodunda kesilmesiyle alınacak son hasılatın parasal değeri (TL)

F_j : Hedeflenen son hasılat parasal değeri (TL)

Meryemana Araştırma Ormanı için ekonomik matrisler geliştirilemediğinden planlama modellerinde bu amaç fonksiyonu yer almamıştır.

6.1.3. Planlama Modellerinin Kurulması

Meryemana Araştırma Ormanı için geliştirilen uzun süreli çok amaçlı planlama modellerinin kurulması Yöneylem Araştırması yöntemlerinden Doğrusal Amaç Programlama ile gerçekleştirilmiştir. Planlama modelleri 6.1.2'de açıklanan iki ana meşçere grubu için oluşturulmuştur. Birinci grup için gerçekleştirilen planlama modeline MERAPMO 1, ikincisine MERAPMO 2 adı verilmiştir. Ayrıca her iki planlama modeli kendi içinde düzenleme süresinin uzunluğu, amaç fonksiyonlarının sayısı, önceliklerin belirlenmesi ve hedeflerin saptanması gibi kriterler göz önüne alınarak yüzlerce planlama modeline ayrılmıştır.

Planlama modellerinin tümünde karar değişkenleri, alan cinsinden tanımlanmıştır. Yani planlama modelinde yer alan amaçları hedeflerine göre gerçekleştirebilme yanında, hangi meşçere tipinden ne zaman ve ne kadar alan kesileceği karar problemimizi oluşturmuştur.

6.1.3.1. MERAPMO 1 Planlama Modelinin Kurulması

Meryemana Araştırma Ormanının uzun süreli ve çok amaçlı planlanması için oluşturulan ilk planlama modeli MERAPMO 1'dir. Bu model, amenajman planı ile bir mukayese yapabilmek amacıyla birinci grup meşçere tipleri esas alınarak teşkil edilmiştir.

MERAPMO 1 planlama modelinde düzenleme süresi, amenajman planında olduğu gibi 100 yıl olarak alınmıştır. Amaç fonksiyonlarının çeşitliliği, hedeflerin saptanması ve önceliklerin sıralanması gibi kriterler göz önüne alınarak 1217 planlama modeli geliştirilmiştir. Bu modellerden dördü birer problem olarak ele alınmış ve nasıl kuruldukları aşağıda açıklanmıştır.

Problem 1 : Bu probleme ilişkin geliştirilen planlama modelinde aşağıdaki amaç fonksiyonları tanımlanmıştır.

- G_1 : Düzenleme süresinin ilk periyodunda 104.5 hektarlık bir son hasılat kesim alanına 32.0 hektarlık çok bozuk alan katılmıştır. İzleyen periyodlarda ise periyodik gençleştirme alanları eşit olarak alınmış ve toplam 5 amaç fonksiyonu belirlenmiştir.
- G_2 : Düzenleme süresi sonuna kadar tüm meşçere tipleri bir defa son hasılat kesimine tabi tutulmuştur. Her meşçere tipi için birer olmak üzere 26 amaç fonksiyonu saptanmıştır.
- G_3 : Rezerv alanda yer alan 9 meşçere tipi ilk periyotta hiçbir müdahaleye sokulmamıştır. İzleyen periyodlarda herhangi bir sınırlamaya maruz kalmadan kesime alınmışlardır. Böylece toplam 9 amaç fonksiyonu belirlenmiştir.
- G_4 : Amenajman planının ilk periyodunda hangi meşçereler son hasılat kesimine alınmışsa, bu modelde de o meşçereler ilk periyotta kesime alınmıştır. Bunun için de toplam 11 amaç fonksiyonu tanımlanmıştır.
- G_5 : Çok bozuk ve açıklık alanlar, düzenleme süresinin tüm periyodlarında eşit olarak ağaçlandırılmıştır. Toplam 4 amaç fonksiyonu kurulmuştur.

- G_6 : Kzbc₂ meşçere tipinin ilk iki peryodda mutlaka gençleştirileceği varsayılmış ve bunun için bir denklem oluşturulmuştur.
- G_7 : La meşçere tipi ilk peryodda gençleştirilmiş olarak kabul edilmiş ve düzenleme süresinin son peryodunda gençleştirilmeye alınmıştır. Bunun için de bir denklem kurulmuştur.
- G_8 : Düzenleme süresinin ilk peryodunda 40000 m³, ikincide 60000 m³, üçüncüde 70000 m³, dördüncüde 75000 m³ ve beşincide 80000 m³'lük son hasılat etası hedeflenmiştir. Bunlar için de 5 amaç denklemi kurulmuştur.

Birinci problem için kurulan amaç fonksiyonu sayısı 62'dir. Önceliklerine göre sıralanışları ise şöyledir :

<u>Öncelik</u>	<u>Amaç Fonksiyonları</u>
P_1	$G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7$
P_2	G_2
P_3	G_1
P_4	G_8

Birinci öncelikde (P_1), modelde yer alan kısıtlamalara ilişkin amaç fonksiyonları yer almıştır. Bu kısıtlamaların mutlaka yerine getirilmesi gerektiğinden hem pozitif hem de negatif sapmalar minimize edilmiştir.

İkinci öncelikde (P_2), modelde bulunan bütün meşçere tiplerinin kesilmesine ilişkin fonksiyonlar yer almıştır. Hedeflenen alan değerlerinden sapma istenmediğinden pozitif ve negatif sapmalar birlikte minimize edilmiştir.

Üçüncü öncelikde (P_3), yaş sınıfları alan dağılışını sağlamak için oluşturulan fonksiyonlar yer almıştır. Bunlarda da hem pozitif hem de negatif sapmalar minimize edilmiştir.

Dördüncü öncelikde (P_4), peryodik son hasılat etalarına ilişkin amaç fonksiyonları yer almıştır. Hedeflerden negatif sapmanın olmaması kararlaştırılmıştır.

Amaç fonksiyonları ve öncelikler dikkate alınarak birinci probleme ait planlama modeli, Doğrusal Amaç Programlamanın Erişim fonksiyonu şeklinde şu şekilde kurulmuştur.

$$a_{\min} = \left\{ \sum_{i=32}^{40} (n_i + p_i) + \sum_{i=41}^{51} (n_i + p_i) + \sum_{i=52}^{55} (n_i + p_i) + (n_{56} + p_{56}) + (n_{62} + p_{62}), \sum_{i=6}^{31} (n_i + p_i), \sum_{i=1}^5 (n_i + p_i), \sum_{i=57}^{61} n_i \right\}$$

MERAPMO 1 planlama modelinde yer alan diğer problemler birinci probleme benzemektedir. Aralarındaki fark peryodik gençleştirme alanları için değişik hedefler belirlenmesi ve çok bozuk alanların ilk üç peryodda ağaçlandırılmasıdır. Bu problemlere ilişkin planlama modellerinin burada ayrı ayrı kurulmasına gerek görülmemiş 6.1.5.1 dilimindeki MERAPMO 1 kesim planının oluşturulmasında bu farklılıklar açıklanmıştır.

6.1.3.2. MERAPMO 2 Planlama Modelinin Kurulması

MERAPMO 2 planlama modeli ikinci grup meşçere tipleri esas alınarak oluşturulmuştur. Düzenleme süresi 100 ve 80 yıl alınarak çeşitli modeller denenmiştir. Amaç fonksiyonlarının çeşitliliği, hedeflerin değişikliği ve önceliklerin saptanması göz önüne alınarak 410 planlama modeli geliştirilmiştir. Bunlardan dördü birer problem olarak ele alınmıştır.

Problem 5: Bu probleme ilişkin geliştirilen planlama modelinde aşağıdaki amaç fonksiyonları yer almıştır:

G_1 = 100 yıllık düzenleme süresinin tüm peryotlarında gençleştirme alanları eşit olarak alınmıştır.

G_2 = Düzenleme süresince tüm meşçere tipleri bir defa son hasılat kesimine tabi tutulmuştur.

G_3 = Peryodik gençleştirme alanlarını oluşturmak üzere meşçereler en yaşlıdan başlayarak kesime sokulmuştur.

G_4 = Kzbc₂ meşçere tipinin ilk iki periyotta, La ve LDİYa meşçere tipinde son periyotta son hasılat kesimine sokulacağı kararlaştırılmıştır.

G_5 = Çok bozuk ve açıklık alanlar ilk üç periyotta eşit olarak ağaçlandırılmıştır.

G_6 = Deneme alanı olarak ayrılan meşçere tipi hiçbir periyotta kesime dahil edilmemiştir.

G_7 = Peryodik son hasılat etaları belirlenen hedeflerin üzerinde gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Amaç fonksiyonlarının önceliklerine göre sıralanışı şöyledir :

$$P_1 = G_4 + G_5 + G_6$$

$$P_2 = G_3$$

$$P_3 = G_2$$

$$P_4 = G_1$$

$$P_5 = G_7$$

Problem 5 için planlama modeli, doğrusal amaç programlanmanın erişim fonksiyonuna göre şöyle kurulur.

$$a_{\min} = \left\{ \left[(n_{41} + p_{41}) + (n_{42} + p_{42}) + (n_{43} + p_{43}) \right] + (n_{44} + p_{44}) \right\}$$
$$\left\{ \begin{array}{cccc} \sum_{i=36}^{40} (n_i + p_i), & \sum_{i=1}^{30} (n_i + p_i), & \sum_{i=31}^{35} (n_i + p_i), & \sum_{i=45}^{49} n_i \end{array} \right\}$$

MERAPMO 2 planlama modeline ilişkin geliştirilen 4 problem beşinci probleme benzediğinden bunlar için model kurulması gösterilmemiş 6.1.5.2. diliminde MERAPMO 2 kesim planının oluşturulması aşamasında farklılıklar ortaya konmuştur.

6.1.4. Planlama Modellerinin Çözümü ve Bulgular

Doğrusal Amaç Programlama yöntemine göre kurulan modeller, Değiştirilmiş Simpleks Yöntemi ile çözülmüştür. Çözüm için Karadeniz Üniversitesi Bilgi İşlem Merkezinin IBM-4143 bilgisayar sisteminden yararlanılmıştır. Bu amaçla Fortran IV ve Fortran 77 dillerinde bir ana ve 10 alt program hazırlanmış ve optimal çözüm araştırılmıştır (Ek:1). MERAPMO 1 ve MERAPMO 2 planlama modelleri için kurulan modellerin 68 ile 196 iterasyon arasında çözümü sağlanmıştır.

6.1.4.1. MERAPMO 1 Planlama Modelinin Çözümü ve Bulgular

MERAPMO 1 planlama modeli için kurulan tüm modellerde karar değişkenleri (26x5) boyutunda olmuştur. Yani 26 meşçere tipi düzenleme süresinin 5 periyodundan hangisinde son hasılat kesimine girmiş ve ne kadar alan kesilmiş olması araştırılmıştır. MERAPMO 1 planlama modeli için 6.1.3.1. diliminde tanımlanan problemlere ait çözümler ve bulgular aşağıda açıklanmıştır.

Problem 1'in Çözümü ve Bulgular : Birinci problem 84 iterasyonda optimal çözüme ulaşmıştır. Çözüm sonucu temele giren değişkenler ve bunların ulaştığı değerler Ek'2 de bilgisayar çıktısı halinde listelenmiştir.

Meşçere tiplerinden hangi periyotta kaç hektar, son hasılat kesimi yapılacağı ise Tablo 16 da gösterilmiştir. Bu tabloda yer almayan karar değişkenleri sıfır değerinde olmuştur.

Birinci probleme ilişkin bulgular planlama modelindeki önceliklere göre incelenmiştir.

Birinci öncelikde (p_1), sıfır değerine ulaşılmış olduğundan probleme ilişkin kısıtlamalar sağlanmıştır. Çünkü rezerv alanda yer alan ilk dokuz meşçere tipi birinci periyotta kesime sokulmuştur. Amenajman planında verilen 11 meşçere tipi için öngörülen kesimler yapılmıştır. Tablo 17 de bu değerler listelenmiştir.

Karar Değiş. X _{i,j}	Meşçere Tipleri	Kesim Per-yodu	Kesim Alanı (ha)	Karar Değiş. X _{i,j}	Meşçere Tipleri	Kesim Per-yodu	Kesim Alanı (ha)
X _{1,5}	Lcd ₂	V	35.5	X _{15,3}	LKnKzbd ₂	III	41.0
X _{2,5}	Lcd ₃	V	16,0	X _{16,1}	LKnbd ₃	I	13.0
X _{3,5}	Lbc ₃	V	24.5	X _{16,2}	LKnbd ₃	II	13.5
X _{4,5}	LKnbd ₃	V	17.0	X _{16,3}	LKnbd ₃	III	25.0
X _{5,4}	LKnKzbd ₂	IV	4.0	X _{17,2}	Lbc ₃	II	98.0
X _{5,5}	LKnKzbd ₂	V	12.0	X _{18,2}	Kzbc ₂	II	2.5
X _{6,4}	Lb ₃	IV	8.0	X _{19,2}	KzLDYc ₂	II	21.0
X _{7,4}	KnLcd ₂	IV	12.5	X _{20,2}	Lb ₃	II	14.5
X _{8,4}	Lcd ₁	IV	4.5	X _{21,5}	La	V	44.5
X _{9,4}	LGDYd ₁	IV	12.0	X _{22,1}	ÇBL	I	8.0
X _{10,1}	LGDYd ₁	I	11,5	X _{22,3}	ÇBL	III	23.0
X _{10,4}	LGDYd ₁	IV	0.5	X _{22,4}	ÇBL	IV	32.0
X _{11,1}	Lcd ₁	I	10,0	X _{22,5}	ÇBL	V	32.5
X _{11,4}	Lcd ₁	IV	12.5	X _{23,1}	ÇBDYL	I	13.5
X _{12,1}	KnLcd ₂	I	1.5	X _{23,2}	ÇBDYL	II	2.5
X _{12,4}	KnLcd ₂	IV	16.0	X _{23,3}	ÇBDYL	III	9.0
X _{13,1}	Lcd ₂	I	33,5	X _{24,1}	ÇBLKn	I	10.0
X _{13,4}	Lcd ₂	IV	48.0	X _{24,2}	ÇBLKn	II	6.5
X _{14,1}	Lcd ₃	I	27.5	X _{25,2}	ÇBLKnKz	II	4.0
X _{14,3}	Lcd ₃	III	84.0	X _{26,1}	OT	I	0.5
X _{14,4}	Lcd ₃	IV	32.0	X _{26,2}	OT	II	19.0
X _{15,1}	LKnKzbd ₂	I	7.5				

Tablo 16 : Birinci Problemdeki Meşçere Tiplerinin Kesim Zamanı ve Kesim Miktarı

Meşçere Tipi	İlk peryodda kesilecek Alan (ha)
LGDYd ₁	11.5
Lcd ₁	10.0
KnLcd ₂	1.5
Lcd ₂	33.5
Lcd ₃	27.5
LKnKzbd ₂	7.5
LKnbd ₃	13.0
ÇBL	8.0
ÇBDYL	13.5
ÇBLKn	10.0
OT	0.5

Tablo 17 : İlk Peryodda Gençleştirilecek Alanlar

Birinci öncelikde yer alan çok bozuk ve açıklık alanlarının beş peryodda eşit olarak gençleştirilmesi koşulu da sağlanmıştır. Tablo 18 de bu durumu görmek mümkündür.

I.Peryot		II.Peryot		III.Peryot		IV.Peryot		V.Peryot	
Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)
ÇBL	8.0	ÇBDYL	2.5	ÇBL	23.0	ÇBL	32.0	ÇBL	32.5
ÇBDYL	13.5	ÇBLKn	6.5	ÇBDYL	9.0				
ÇBLKn	10.0	ÇBLKnKz	4.0						
OT	0.5	OT	19.0						
TOPLAM	32.0		32.0		32.0		32.0		32.5

Tablo 18 : Çok Bozuk ve Açıklık Alanların Ağaçlandırılması Tablosu

Birinci öncelikteki son koşul ise Kzbc₂ meşçere tipinin ilk iki peryodda ve La meşçere tipinin de beşinci peryodda gençleştirilmesi olmuştur. Bunların da gerçekleştirildiği, Tablo 16 da görülmektedir.

İkinci öncelikde (p_2) yer alan tüm meşçere tiplerinin düzenleme süresi boyunca bir defa son hasılat kesimine alınması amacı da gerçekleştirilmiştir. Tablo 16 incelendiğinde bu meşçere tipi alanlarında herhangi bir sapmanın olmadığı görülmektedir.

Üçüncü öncelikteki (p_3) periyodik gençleştirme alanlarının sağlanması amacı gerçekleştirilmiştir. Tablo 19 da bu durum görülmektedir.

I.Peryot		II.Peryot		III.Peryot		IV.Peryot		V.Peryot	
Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)	Meşçere Tipi	Alan (ha)
LGDYd ₁	11.5	LKnbd ₃	13.5	Lcd ₃	84.0	LKnKzbd ₂	4.0	Lcd ₂	35.5
Lcd ₁	10.0	Lbc ₃	98.0	LknKzbd ₂	41.0	Lb ₃	8.0	Lcd ₃	16.0
KnLcd ₂	1.5	Kzbc ₂	25	Lknbd ₂	25.0	KnLcd ₂	28.5	Lbc ₃	24.5
Lcd ₂	33.5	KzLDYc ₂	21.0	ÇBL	23.0	Lcd ₂	17.0	LKnbd ₃	17.0
Lcd ₃	27.5	Lb ₃	145	ÇBDYL	9.0	LGDYd ₁	12.5	LknKzbd ₂	12.0
LKnKzbd ₂	7.5	ÇBDYL	25			Lcd ₂	48.0	La	44.5
LKnbd ₃	13.0	ÇBLKn	65			Lcd ₃	32.0	ÇBL	32.5
ÇBL	8.0	ÇBLKnKz	4.0			ÇBL ₃	32.0		
ÇBDYL	13.5	OT	19.0						
ÇBLKn	10.0								
OT	0.5								
TOPLAM	136.5		181.5		182.0		182.0		182.0

Tablo 19 : Periyodik Gençleştirme Alanları Tablosu

Birinci problemin son önceliği gerçekleştirilememiştir. Çünkü ilk periyotta, 40000 m³ den 584 m³ daha az son hasılat etası elde edilmiştir. İkinci periyotta ise hedeflenen 60000 m³'lük etadan 2282 m³'lük bir fazla eta elde edilmiştir. Üçüncü periyotta da 70000 m³ hedeflenen etadan 4510 m³ bir fazlalık sağlanmıştır. Dördüncü periyotta, 75000 m³'lük bir eta beklenirken 5260 m³ lük bir düşüş meydana gelmiştir. Son periyotta ise 80000 m³'lük bir hedefe karşılık 83403 m³'lük bir eta elde edilmiştir. Düzenleme süresince belirlenen periyodik son hasılat etalarından 5844 m³'lük bir noksanlığa karşılık 10195 m³'lük bir fazlalık meydana

gelmiştir.

6.1.4.2. MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Çözümü ve Bulgular

MERAPMO 2 planlama modelindeki karar değişkenleri, düzenleme süresi uzunluğuna bağlı olarak değişmiştir. Düzenleme süresi 100 yıl alındığında (30x5), 80 yıl alındığında (30x4) boyutunda karar değişkenleri oluşmuştur.

MERAPMO 2 planlama modellerinin çözümü, problemler halinde ele alınmış ve aşağıda açıklanmıştır.

Problem 5'in Çözümü ve Bulgular: 98 iterasyonda optimal çözüme ulaştırılan bu problemde, karar değişkenleri (30x5) boyutunda olmuştur. Çözüm sonucu elde edilen son değiştirilmiş simpleks tablosu ek 3'de verilmiştir.

Probleme ilişkin planlama modelinde yer alan meşçere tiplerinin gençleştirme periyodu ve gençleştirme alanı Tablo 20'de listelenmiştir.

Birinci öncelikde yer alan $Kzbc_2$, La ve deneme alanına ilişkin amaç fonksiyonları ile çok bozuk ve açıklık alanların ağaçlandırılmasına ilişkin amaç fonksiyonları belirlenen hedeflerine ulaşmıştır.

İkinci öncelikteki meşçerelerin en yaşlıdan başlayarak kesime sokulması amacı da gerçekleşmiştir. Bu durum Tablo 20'de görülebilmektedir.

Üçüncü öncelikde, meşçere tiplerinin düzenleme süresi boyunca bir defa gençleştirilmeye alınması amacı sağlanmıştır. Meşçere tipleri için hedeflenen alanlardan herhangi bir sapma olmamıştır.

Dördüncü öncelikde de 100 yıllık düzenleme süresinin tüm periyodlarında arzulanan yaş sınıfları dağılışı gerçekleşmiştir. Bu durum Tablo 20'de görülebilmektedir.

Son öncelikde ise periyodik son hasılatları için belirlenen hedeflerden negatif ve pozitif sapsmalar meydana gelmiştir. Bi-

rinci peryodda 40000 m³ hedeflenmişken 36356 m³, ikinci peryodda 60000 m³ hedeflenmişken 68281 m³, üçüncü peryodda 70000 m³ hedeflenmişken 64170 m³, dördüncü peryodda 75000 m³ hedeflenmişken 78825 m³ ve beşinci peryodda 80000 m³ hedeflenmişken 85749 m³ son hasılat etası elde edilmiştir.

Karar Değişkenleri	Meşçere Tipleri	Kesim Peryodu	Kesim Alanı (ha)	Karar Değişkenleri	Meşçere Tipleri	Kesim Peryodu	Kesim Alanı (ha)
X _{1,1}	LGDYd ₁	I	19.5	X _{9,4}	LGDYd ₁	IV	2.5
X _{2,1}	Lcd ₁	I	20.0	X _{10,4}	Lcd ₁	IV	7.0
X _{3,1}	LKnKzbd ₂	I	40.5	X _{11,4}	Lcd ₂	IV	18.0
X _{4,1}	Lcd ₂	I	28.0	X _{12,4}	LKnKzbd ₂	IV	24.0
X _{5,1}	KnLcd ₂	I	14.0	X _{13,4}	KnLcd ₂	IV	16.0
X _{28,1}	ÇBDYL ₂	I	10.0	X _{14,4}	KzLDYc ₂	IV	8.5
X _{29,1}	ÇBLKn	I	16.5	X _{16,4}	Lcd ₃	IV	30.0
X _{30,1}	OT	I	19.5	X _{17,4}	LKnBd ₃	IV	50.5
				X _{18,4}	Lbc ₃	IV	12.0
	TOPLAM		168.0		TOPLAM		168.5
X _{4,2}	Lcd ₂	II	71.0	X _{18,5}	Lbc ₃	V	68.0
X _{6,2}	Lcd ₃	II	48.5	X _{19,5}	Lb ₃	V	9.0
X _{15,2}	Kzbc ₂	II	2.5	X _{20,5}	KzLDYc ₂	V	12.5
X _{27,2}	ÇBL ₂	II	31.0	X _{21,5}	Lcd ₃	V	6.5
X _{28,2}	ÇBDYL	II	15.0	X _{22,5}	Lbc ₃	V	17.5
				X _{23,5}	Lb ₃	V	10.5
	TOPLAM		168.0	X _{24,5}	La ₃	V	30.0
				X _{25,5}	LDIYa	V	14.5
X _{6,3}	Lcd ₃	III	74.5		TOPLAM		168.5
X _{7,3}	LKnBd ₃	III	18.0				
X _{8,3}	Lbc ₃	III	28.0		GENEL TOPLAM		841.5
X _{9,3}	LGDYd ₁	III	2.0				
X _{27,3}	ÇBL	III	46.0				
	TOPLAM		168.5				

Tablo 20 : MERAPMO 2 Planlama Modelindeki Beşinci Probleme Ait Meşçere Tiplerinin Kesim Zamanı ve Kesim Miktarı

6.1.5. Kesim Planının Oluşturulması

Planlama biriminin neresinden, ne zaman ve ne kadar son hasılat alınacağı belirlendikten sonra ara hasılat düzenlemesini

içerecek şekilde bir kesim planı düzenlenir. Bu plan, düzenleme süresi ve düzenleme süresi sonrasını kapsar. Kesim planında hangi meşçere tipine ilk defa ne zaman girileceği, son hasılat kesimine kadar ne kadar ara hasılat etası alınacağı birer aktivite olarak yer alır. Aktivitelerin nasıl isimlendirildikleri 4.6. diliminde açıklanmıştır.

Aşağıda, daha önce modeli kurulup çözülen problemlere ilişkin kesim planı tablosu ve grafikleri yer almıştır.

6.1.5.1. MERAPMO 1 Planlama Modellerinin Kesim Planı

Problem 1'e İlişkin Kesim Planı : Bu problemin 6.1.4.1.dilimindeki çözümü sonucunda meşçere tiplerinin hangi peryotta son hasılat kesimi göreceği belirlenmiştir. Bu peryodlar haricinde uygulanacak ara hasılat kesim uygulamaları Tablo 21'de gösterilmiştir. Bu tablo; 11, 12, 13, 14 ve 15 deki aktüel ve optimal hasılat matris tablolarından yararlanarak bilgisayar çıktısı elde edilmiştir.

Tablo 21 ve Grafik 1 incelendiğinde düzenleme süresi boyunca toplam 75044 m^3 ara hasılat etası, 329352 m^3 son hasılat etası alınacağı görülür. Düzenleme süresi sonrasında ise toplam 140007 m^3 ara hasılat etası ile 829003 m^3 son hasılat etası elde edilir. Toplam eta ise düzenleme süresi sonunda 969010 m^3 'e ulaşır.

MERAPMO 1 planlama modellerinden 3 problem için daha kesim planı düzenlenmiştir. Bu problemlerin farklılıkları, gençleştirme alanlarının büyüklüklerinden ve ağaçlandırma peryodlarının üç ile beş peryot arasında değişmesinden ileri gelmiştir. Burada bu problemlerin kesim planı sonucu oluşan peryodik ve toplam etaları ile ağaçlandırma peryodları grafik çözüm halinde verilmiştir.

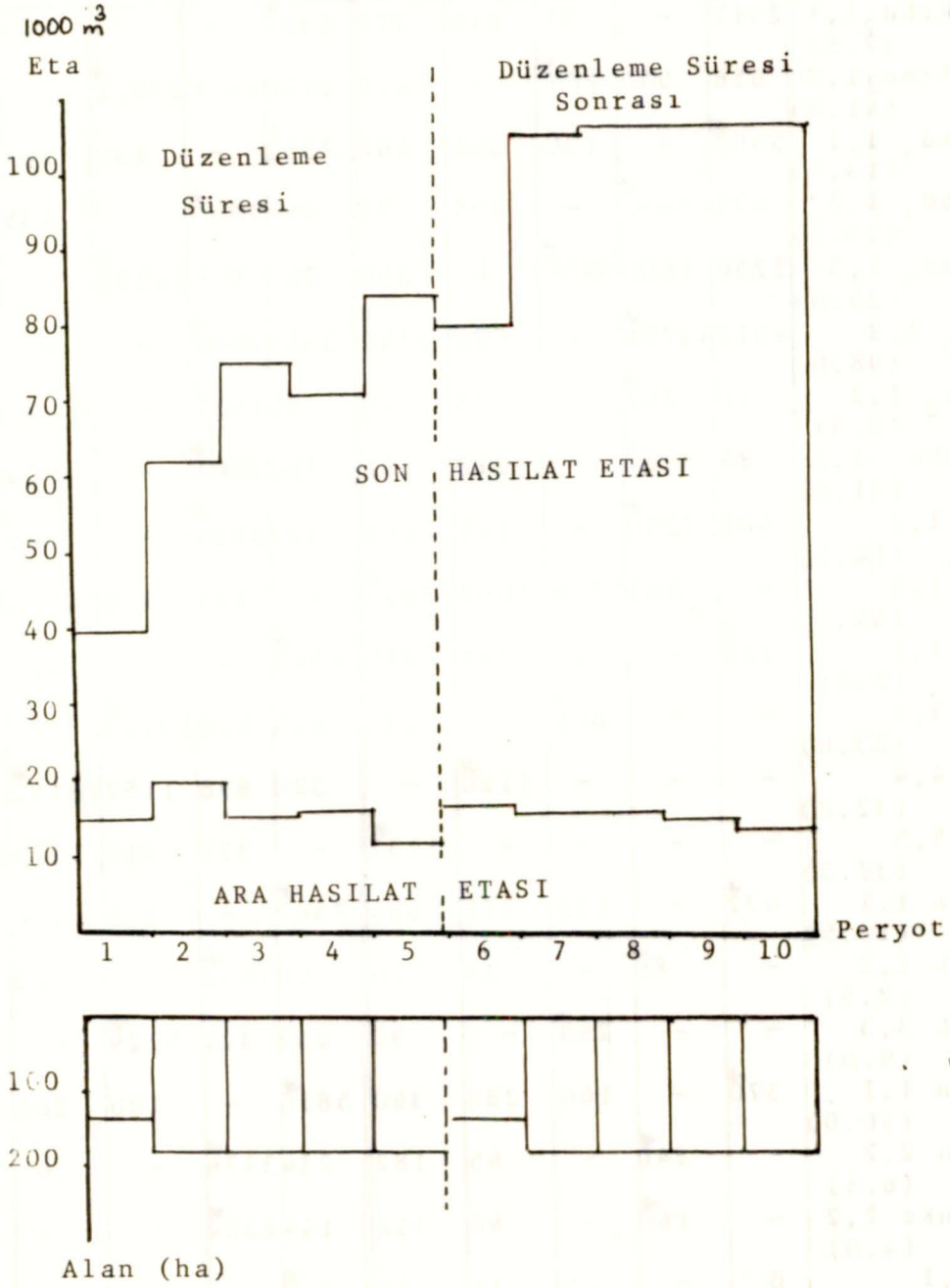
Problem 2 : Düzenleme süresi ve düzenleme süresi sonrası gençleştirme alanları eşit kabul edilmiştir. Bozuk ve açıklık alanların beş peryotta eşit olarak ağaçlandırılması uygun görülmüştür.

Peryot Aktivite	DÜZENLEME SÜRESİ					DÜZENLEME SÜRESİ SONRASI				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lcd ₂ 2,5 (35.5)	-	1455	1704	1917	2044*	-	355	994	1278	20625*
Lcd ₃ 2,5 (16.0)	-	1152	1328	1472	9152*	-	160	448	576	9296*
Lbc ₃ 2,5 (24.5)	-	1470	1690	1837	12029*	-	245	686	882	14234*
LKnbd ₃ 2,5 (17.0)	-	1173	1360	1496	9503*	-	170	476	612	9877*
LKnKzbd ₂ 2,4 (4.0)	-	96	128	1712*	-	40	112	144	2324*	-
LKnKzbd ₂ 2,5 (12.0)	-	288	384	492	5280*	-	120	336	432	6972*
Lb ₃ 2,4 (8.0)	-	608	856	5064*	-	80	224	288	4648*	-
KnLcd ₂ 2,4 (12.5)	-	275	350	4250*	-	125	350	450	7262*	-
Lcd ₁ 4,4 (4.5)	-	-	-	1390*	-	45	126	162	2614*	-
LGDYd ₁ 4,4 (12.0)	-	-	-	4152*	-	120	336	432	6972*	-
LGDYd ₁ 1,1 (11.5)	2702*	-	115	322	4146681*	-	115	322	414	-
LGDYd ₁ 4,4 (0.5)	-	-	-	173*	-	5	14	18	290*	-
Lcd ₁ 1,1 (10.0)	1850*	-	100	280	3605810*	-	100	280	360	-
Lcd ₁ 4,4 (12.5)	-	-	-	3862*	-	125	350	450	7262*	-
KnLcd ₂ 1,1 (1.5)	358*	-	15	42	54871*	-	15	42	54	-
KnLcd ₂ 1,4 (16.0)	256	336	432	5216*	-	160	448	576	9296*	-
Lcd ₂ 1,1 (33.5)	13500*	-	335	938	120619463*	-	335	938	1206	-
Lcd ₂ 1,4 (48.0)	1440	1176	2208	25488*	-	480	1344	1728	27888*	-
Lcd ₃ 1,1 (27.5)	12017*	-	275	770	99015977*	-	275	770	990	-
Lcd ₃ 1,3 (84.0)	4368	5544	44352*	-	8402352	1728	48804*	-	840	-
Lcd ₃ 1,4 (32.0)	1664	2112	2464	17312*	-	320	896	1152	18592*	-

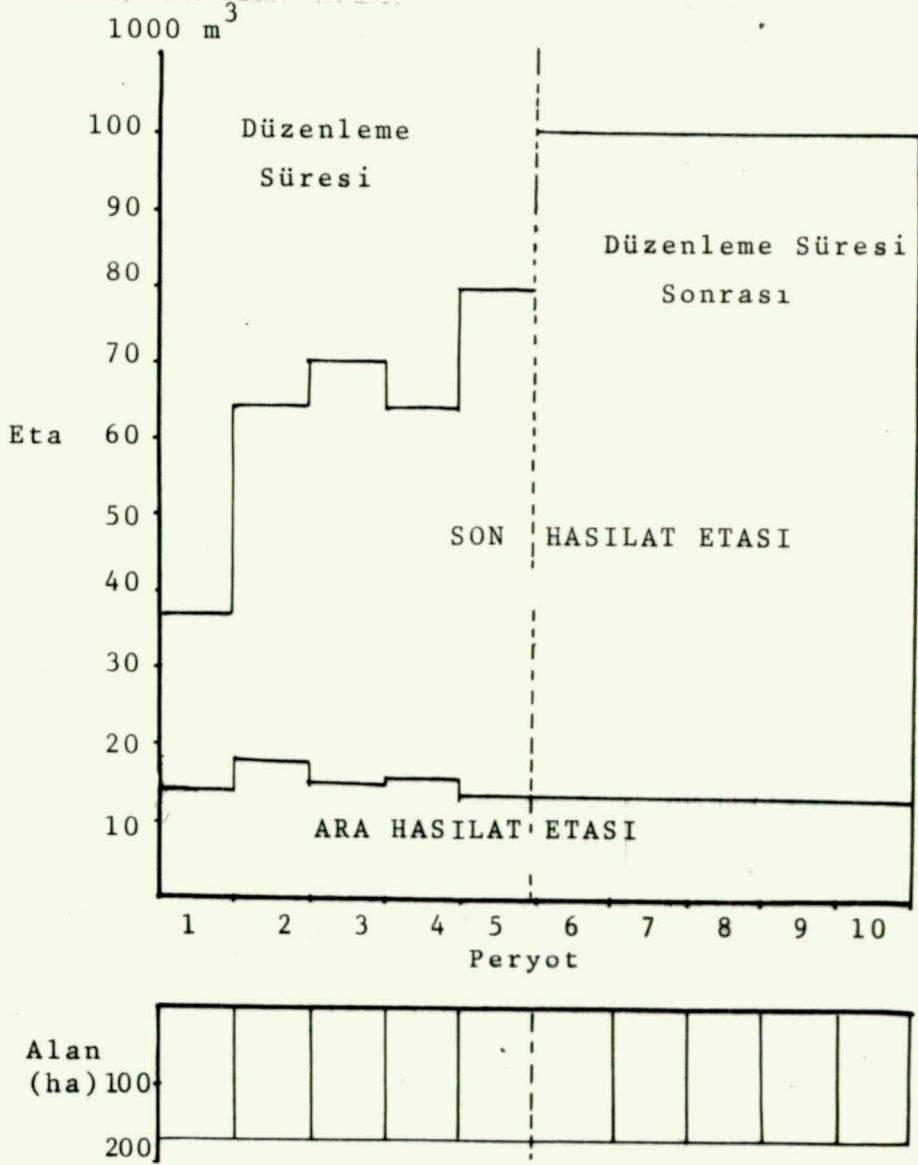
Tablo 21 : Birinci Problemin Kesim Planı (Devam ediyor)

Peryot Aktivite	DÜZENLEME SÜRESİ					DÜZENLEME SÜRESİ SONRASI					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
LKnKzbd ₂ 1,1 (7.5)	2317*	-	75	210	270	4357*	-	75	210	270	
LKnKzbd ₂ 1,3 (41.0)	656	943	15990*	-	410	1148	14762	3821*	-	410	
LKnbd ₃ 1,1 (13.0)	5590*	-	130	364	468	7553*	-	130	364	468	
LKnbd ₃ 1,2 (13.5)	675	6655*	-	135	378	486	7843*	-	135	378	
LKnbd ₃ 1,3 (25.0)	1250	1600*	13075*	-	250	700	900	14525*	-	250	
Lbc ₃ 1,2 (98.0)	4312*	43708*	-	980	2744	3528	56938*	-	980	2744	
Kzbc ₂ 1,2 (2.5)	10	262*	-	25	70	90	1452*	-	25	70	
KzLDYc ₂ 1,2 (21.0)	84	3927*	-	210	588	756	12201*	-	210	588	
Lb ₃ 1,2 (14.5)	402	7250*	-	145	406	522	8424*	-	145	406	
La 1,5 (44.5)	-	445	1246	1602	25854*	-	445	1246	1602	25854*	
ÇBL 1,1 (8.0)	280*	-	80	224	288	4648*	-	80	224	288	
ÇBL 3,3 (23.0)	-	-	805*	-	230	644	828	13363*	-	230	
ÇBL 4,4 (32.0)	-	-	-	1120*	-	320	896	1152	18592*	-	
ÇBL 5,5 (32.5)	-	-	-	-	1137*	-	325	910	1170	18882*	
ÇBDYL 1,1 (13.5)	432*	-	135	378	486	7843*	-	135	378	486	
ÇBDYL 2,2 (2.5)	-	80*	-	25	70	90	1452*	-	25	70	
ÇBDYL 3,3 (9.0)	-	-	288*	-	90	252	324	5229*	-	90	
ÇBLKn 1,1 (10.0)	370*	-	100	280	360	5810*	-	100	280	360	
ÇBLKn 2,2 (6.5)	-	240*	-	65	182	234	3776*	-	65	182	
ÇBLKnKz 2,2 (4.0)	-	160*	-	40	112	144	2324*	-	40	112	
OT 1,1 (0.5)	0	-	5	14	18	290*	-	5	14	18	
OT 2,2 (19.0)	-	0	-	190	532	684	11039*	-	190	532	
Gençleştirme Alanı	136.5	181.5	182.0	182.0	182.0	136.5	181.5	182.0	182.0	182.0	Σ
Ara Hasılat Etası	15117	19273	14292	14546	11816.0	14321	13624	13013	12189	11816	14000*
Son Has. Eta*	3946	62283	74510	69740	83403	78432	103997	105742	105740	105740	82900*
Toplam Eta	54533	81556	88802	84286	95219	92753	117621	118755	117929	117556	96900

Tablo 21 : Birinci Problemin Kesim Planı (200 yıl için)



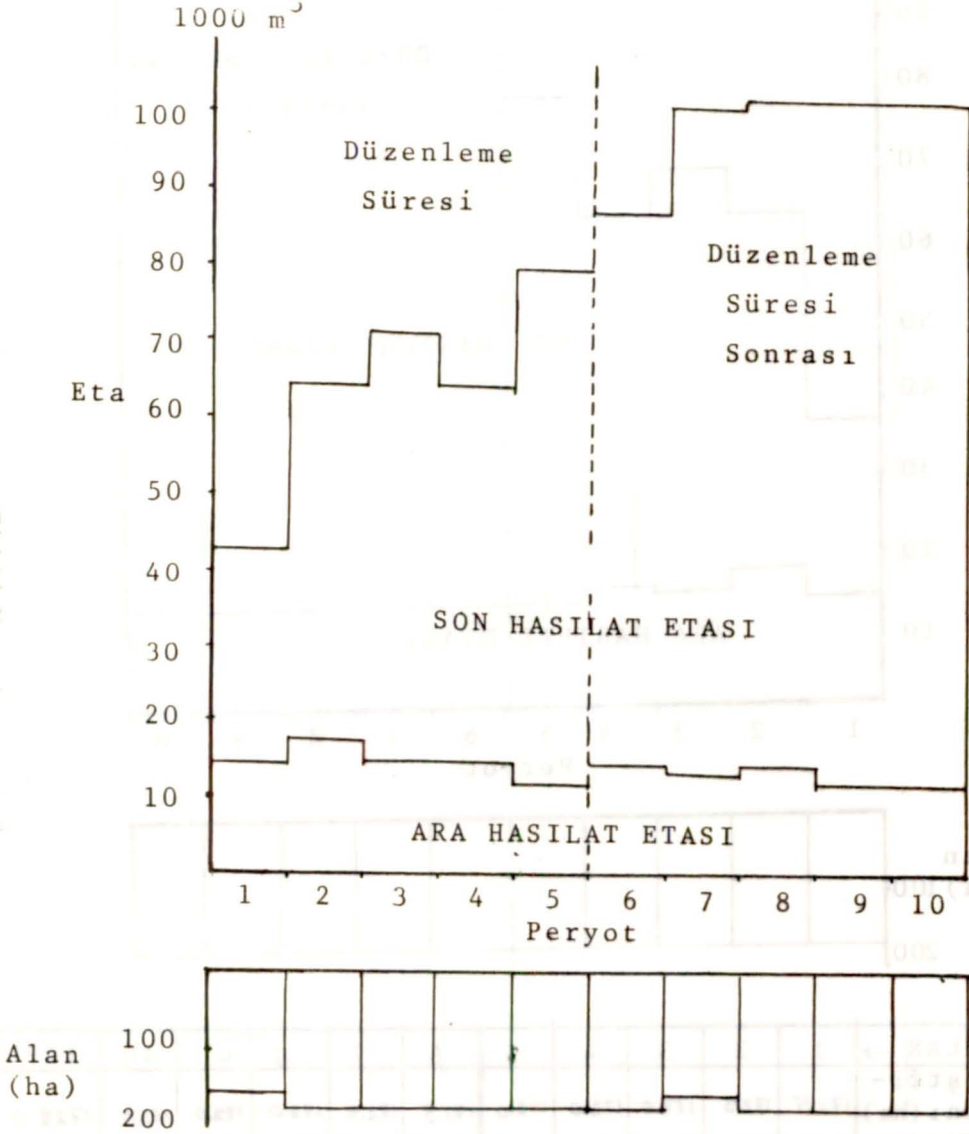
Grafik 1 : Birinci Problemin Çözümü



PERYOTLAR →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOPLAM
Gençleştirme Alanı (ha)	172.5	172.5	173.0	173.0	173.0	172.5	172.5	173.0	173.0	173.0	1728.0
Ara Hasılat Etası (m ³)	14377	17627	14489	15002	12770	12784	12802	12797	12783	12770	138201
Son Hasılat Etası (m ³)	47423	64700	70159	63853	79443	100219	100220	100513	100511	100511	827552
Toplam Eta (m ³)	61800	82327	84648	78855	92213	113003	113022	113310	113294	113281	965753

Grafik 2 : İkinci Problemin Çözümü

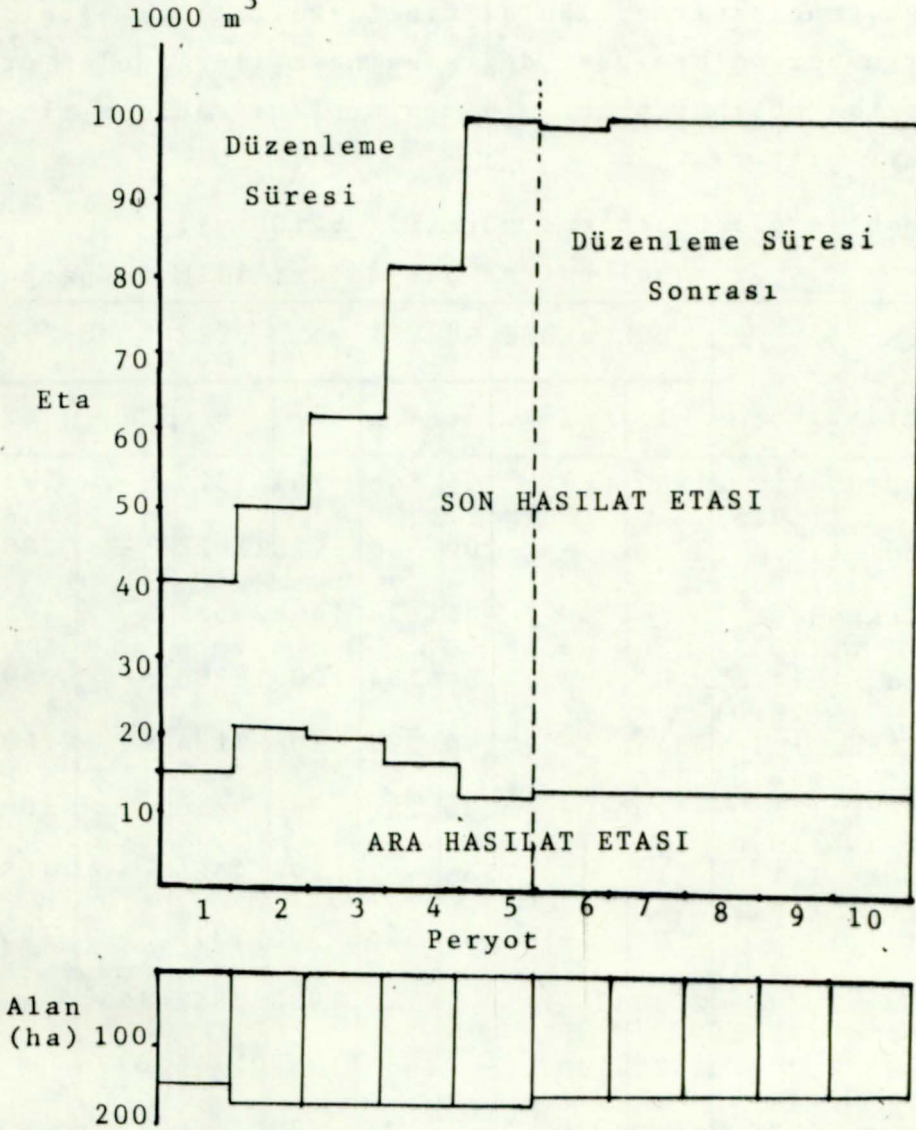
Problem 3 : İlk periyodik gençleştirme alanı yürürlükteki amenajman planı kadar, diğerleri eşit olarak alınmış ve bu durum düzenleme süresi sonrasında da devam etmiştir. Ağaçlandırmanın ise beş periyotta eşit olarak yapılması kabul edilmiştir.



PERYOTLAR →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOPLAM
Gençleştirme Alanı (ha)	160.5	175.5	176.0	176.0	176.0	160.5	175.5	176.0	176.0	176.0	1728.0
Ara Hasılat Etası (m ³)	14685	18121	14764	14634	12199	13924	13024	14314	12400	12199	140264
Son Hasılat Etası (m ³)	43568	65891	71432	65815	80763	87983	101963	102256	102254	102254	824179
Toplam Eta (m ³)	58253	84012	86196	80449	92962	101907	114987	116570	114654	114453	964443

Grafik 3 : Üçüncü Problemin Çözümü

Problem 4 : İlk periyodik gençleştirme alanı yürürlükteki amenajman planı kadar, diğerleri eşit olarak alınmıştır. Düzenleme süresi sonrasında ise tüm periyotlarda eşit gençleştirme alanı oluşturulması kabul edilmiştir. Ağaçlandırmalarda ilk 3 periyotta gerçekleştirilmiştir.



PERYOTLAR →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOPLAM
Gençleştirme Alanı (ha)	160.5	175.5	176.0	176.0	176.0	172.0	173.0	173.0	173.0	173.0	1728.0
Ara Hasılat Etası (m ³)	15121	20659	19071	16389	12452	12592	12700	12768	12774	12766	147292
Son Hasılat Etası (m ³)	39928	49834	61979	81808	99587	99000	99784	100027	100270	100518	832731
Toplam Eta (m ³)	55049	70493	81050	98197	112040	111592	112484	112795	113044	113279	980023

Grafik 4 : Problem 4'ün Çözümü

Alanlar Grafik Çözümü

6.1.5.2. MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Kesim Planı

MERAPMO 2 planlama modellerine ilişkin dört problem ele alınmıştır. Beşinci problemin modelinin kurulması 6.1.3.2, çözümü 6.1.4.2. diliminde açıklanmıştır. Diğer problemlerin ise model kurulması ve çözümleri verilmemiştir. Bunlar, düzenleme süresinin uzunluğu, gençleştirme alanlarının farklılığı ve ağaçlandırılacak alanların periyodlara göre değişmesinden ileri gelen problemlerdir. Aşağıda beşinci problemin kesim planı tablosu ile grafik çözümleri verilmiştir.

Problem 5 : Düzenleme süresi : 100 yıl

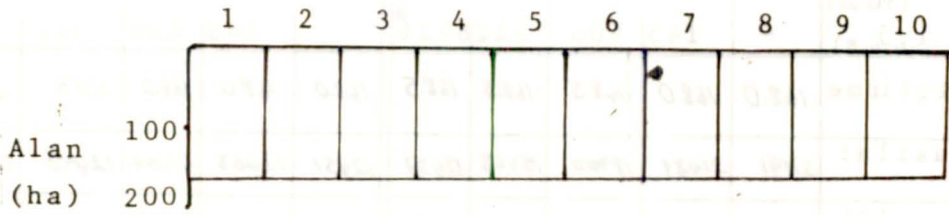
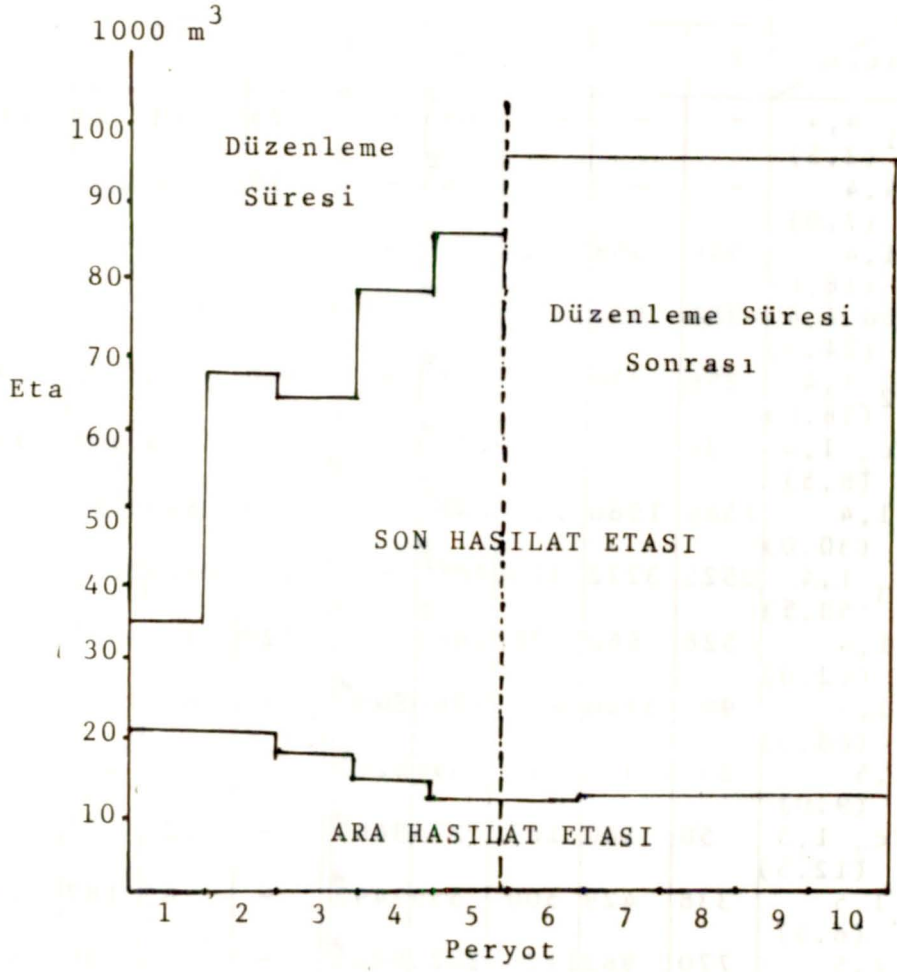
Ağaçlandırma periyodları : İlk üç periyotta eşit

Peryot Aktivite	DÜZENLEME SÜRESİ					DÜZENLEME SÜRESİ SONRA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LGDYd ₁ 1,1 (19.5)	4582*	-	195	546	702	11329	-	195	546	702
Lcd ₁ 1,1 (20.0)	3700*	-	200	560	720	11620	-	200	560	720
LKnKzbd _c 1,1 (40.5)	12514*	-	405	1134	1458	23530	-	405	1134	1458
Lcd ₂ 1,1 (28.0)	11284*	-	280	784	1008	16268	-	280	784	1008
KnLcd ₂ 1,1 (14.0)	3346*	-	140	392	504	8134	-	140	392	504
ÇBDYL 1,1 (10.0)	320*	-	100	280	360	5810	-	100	280	360
ÇBLKn 1,1 (16.5)	610*	-	165	462	594	9586	-	165	462	594
OT 1,1 (19.5)	0	-	195	546	702	11329	-	195	546	702
Lcd ₂ 1,2 (71.0)	21303	2447*	-	710	1988	25564	1251	-	710	1988
Lcd ₃ 1,2 (48.5)	25222	24007*	-	485	1358	17462	8178	-	485	1358
Kzbc ₂ 1,2 (2.5)	10	262*	-	25	70	90	1452	-	25	70
ÇBL 2,2 (31.0)	-	1085*	-	310	868	11161	8011	-	310	868
ÇBDYL 2,2 (15.0)	-	480*	-	150	420	540	8715	-	150	420
Lcd ₃ 1,3 (74.5)	3874	4917*	39336*	-	745	2086	26824	3284	-	745
LKnbd ₃ 1,3 (18.0)	900	1152*	9414*	-	180	504	6481	10458	-	180
Lbc ₃ 1,3 (28.0)	1232	1540*	13188*	-	280	784	10081	16268	-	280
LGDYd ₁ 3,3 (2.0)	-	-	622*	-	20	56	72	1162*	-	20
ÇBL 3,3 (46.0)	-	-	1610*	-	460	1288	16562	6726*	-	460

Tablo 22 : Beşinci Problemin Kesim Planı (Devam ediyen)

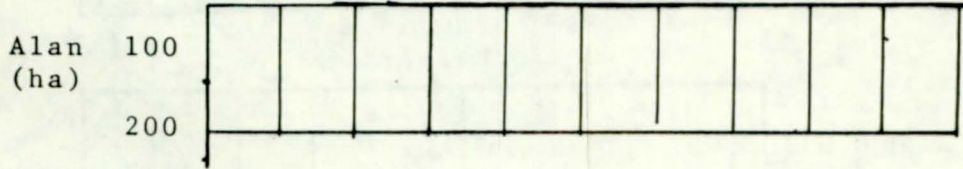
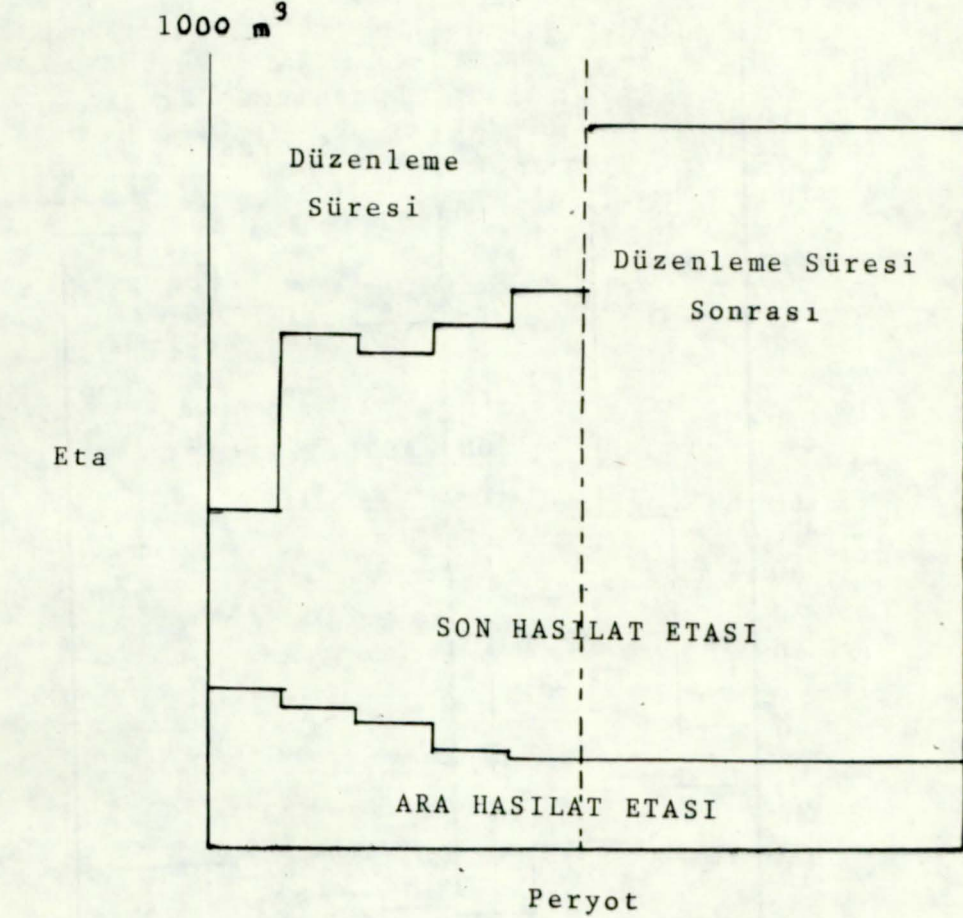
Peryot Aktivite	DÜZENLEME SÜRESİ					DÜZENLEME SÜRESİ SONRASI					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
LGDYd ₁ 4,4 (2.5)	-	-	-	865*	-	25	70	90	1452*	-	
Lcd ₁ 4,4 (7.0)	-	-	-	2163*	-	70	196	252	4067*	-	
Lcd ₂ 1,4 (18.0)	540	666	828	9558*	-	180	504	648	10458*	-	
LKnKzbd ₂ 1,4 (24.0)	384	552	744	9936*	-	240	672	864	13944*	-	
KnLcd ₂ 1,4 (16.0)	256	336	432	5216*	-	160	448	576	9296*	-	
KzLDYc ₂ 1,4 (8.5)	34	68	127	2176*	-	85	238	306	4938*	-	
Lcd ₃ 1,4 (30.0)	1560	1980	2310	16230*	-	300	840	1080	17430*	-	
LKnbd ₃ 1,4 (50.5)	2525	3232	3738	27017*	-	505	1414	1818	29340*	-	
Lbc ₃ 1,4 (12.0)	528	660	768	5664*	-	120	336	432	6972*	-	
Lbc ₃ 1,5 (68.0)	2992	3740	4352	4760	3146*	-	680	1904	2448	39508*	
Lb ₃ 1,5 (9.0)	252	324	378	396	6201*	-	90	252	324	5229*	
KzLDYc ₂ 1,5 (12.5)	50	100	187	275	3462*	-	125	350	450	7262*	
Lcd ₃ 1,5 (6.5)	338	429	500	559	3497*	-	65	182	234	3776*	
Lbc ₃ 1,5 (17.5)	770	962	1120	1225	8085*	-	175	490	630	10167*	
Lb ₃ 1,5 (10.5)	294	378	441	462	7234*	-	105	294	378	6100*	
La 1,5 (30.0)	-	300	840	1080	17430*	-	300	840	1080	17430*	
LDİYa 1,5 (14.5)	-	145	406	522	8424*	-	145	406	522	8424*	
Gençleştirme Alanı	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	Σ
Ara Hasılat Etası	21191	21481	18900	15663	12437	12451	12463	12464	12450	12437	157937
Son Hasılat Etası*	36356	68281	64170	78825	85749	97606	97607	97898	97897	97896	82285
Toplam Eta	57547	89762	83070	94488	98186	110057	110070	110362	110347	110333	974222

Tablo 22 : Beşinci Problemin Kesim Planı (200 yıl için)



Grafik 5 : Beşinci Problemin Çözümü

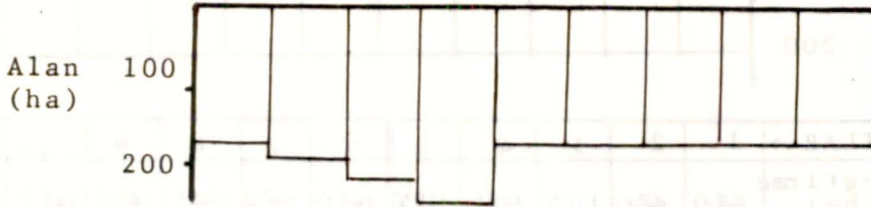
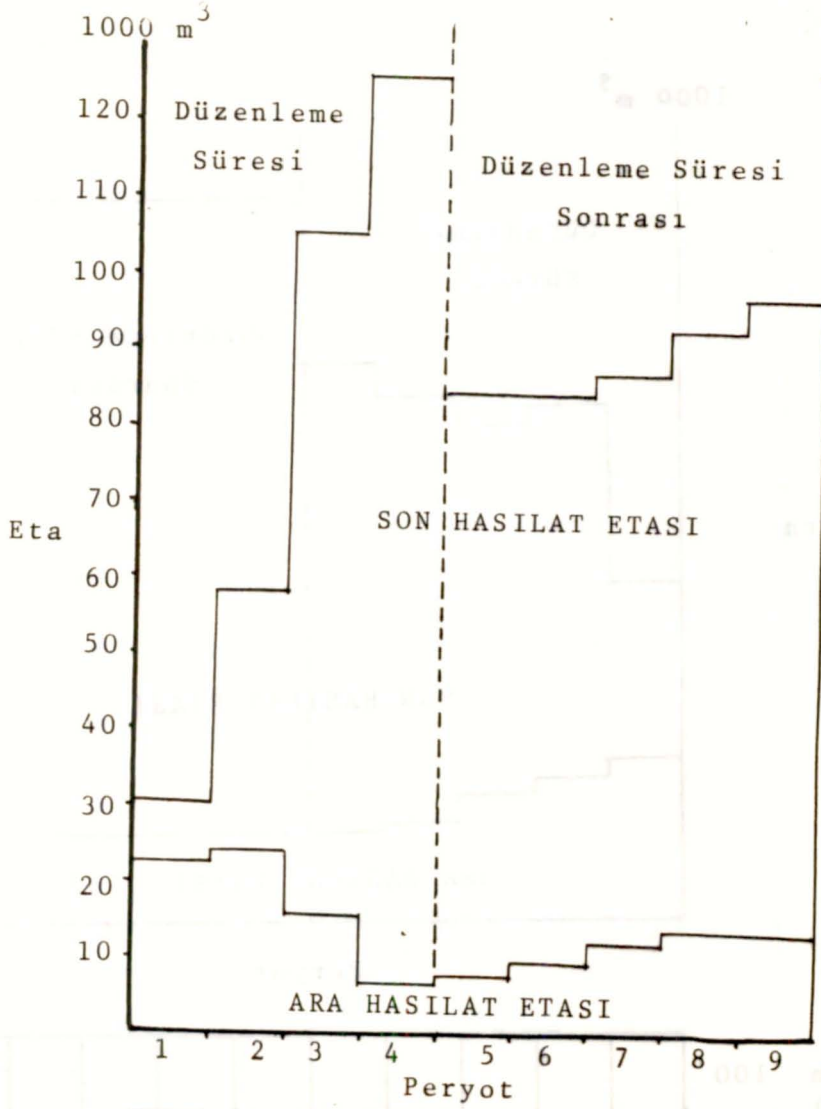
Problem 6 : Çok bozuk ve açıklık alanların beş periyotta eşit olarak ağaçlandırılması nedeniyle problem 5'den farklılık gösterir.



PERYOTLAR→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOPLAM
Gençleştirme Alanı (ha)	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	1683.0
Ara Hasılat Etası (m ³)	20621	18972	17206	13703	12437	12451	12469	12464	12450	12437	145210
Son Hasılat Etası (m ³)	43360	67762	65852	69032	73793	97608	97608	97898	97898	97898	808699
Toplam Eta (m ³)	63981	86724	83058	82735	86230	110059	110077	110362	110348	110335	953909

Grafik 6 : Altıncı Problemin Çözümü

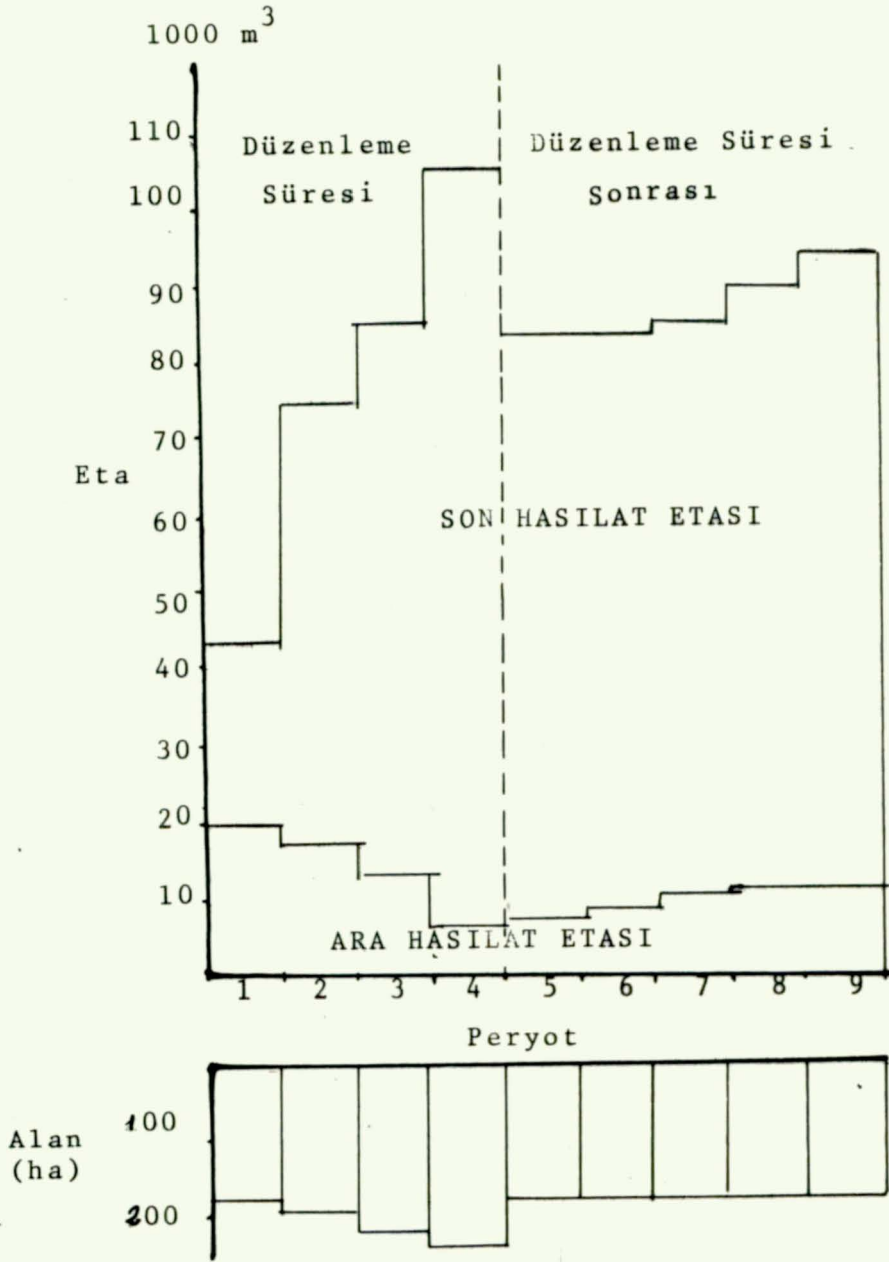
Problem 7 :Düzenleme süresi idare süresinden bir periyot kısalmıştır. İlk periyodik faydalanma alanı, optimal periyodik alan kadar kabul edilmiş, izleyen periyotlarda aritmetik dizi olarak arttırılmıştır. Ağaçlandırmanın ise ilk iki periyotta eşit olarak yapılacağı öngörülmüştür.



PERYOTLAR →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOPLAM
Genleştirme Alanı (ha)	168.0	196.5	224.5	252.5	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	1683.0
Ara Hasılat Etası (m³)	21750	22636	16114	6669	7747	9837	1792	12450	12437	121432
Son Hasılat Etası (m³)	30047	58615	104125	126153	84000	84000	86558	91094	97898	762490
Toplam Eta (m³)	51797	81251	120239	132822	91747	93837	98350	103544	110335	883922

Grafik 7 : Yedinci Problemin Çözümü

Problem 8 : Ağaçlandırmanın dört periyotta eşit olarak yapılması nedeniyle Problem 7'den farklılık gösterir.



PERYOTLAR →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOPLAM
Gençleştirme Alanı (ha)	168.0	196.5	224.5	252.5	168.0	168.0	168.5	168.5	168.5	1682.0
Ara Hasılat Etası (m ³)	20663	18016	13409	6669	7747	9837	11792	12450	12487	113020
Son Hasılat Etası (m ³)	42944	76449	86394	108239	84000	84000	86558	91094	97898	757576
Toplam Eta (m ³)	63607	94465	99803	114908	91747	93837	98350	103544	110335	870596

Grafik 8 : Sekizinci Problemin Çözümü

7. BULGULAR VE KESİM PLANLARI ÜZERİNE TARTIŞMA

Uzun süreli ve çok amaçlı orman işletmeleri planlamasında klasik yöntemler olarak adlandırılan alan, hacim, alan-hacim yöntemlerinin uygulanışının sakıncaları bölüm 1.2. de açıklanmıştır.

Yöneylem araştırması yöntemlerinden doğrusal programlama ile uzun süreli planlamalar gerçekleştirilmiş, fakat çok amaçlı bir planlama yapılamamıştır. Ayrıca bu yöntemde kısıtlayıcı koşulların mutlaka yerine getirilmesi zorunluğu belirmiştir.

Simülasyon yöntemi ile gerçekleştirilen aktüel kuruluşların optimal kuruluşa götürülmesinde Soykan(1979) şöyle bir açıklama da bulunmuştur. "Simülasyon uygulamalarının tümü birlikte eleştirildiğinde; gerek düzenleme süresi periyodlarında ve gerekse düzenleme süresi sonrası periyodları devamınca kademeli olarak yükselen ara ve son hasılat etası almayı gerçekleştiren alan düzeni sağlandığı takdirde, hem aktüel kuruluş normal kuruluşa kavuşturulmakta ve hemde bu uygulama sonucu maksimum etası miktarı gerçekleştirilmektedir".

Ancak; geliştirilmiş ya da geliştirilmesi olanaklı bulunan simülasyon modellerinin uygulanmasında, amaç programlamada rahatlıkla yer alan;

1- Düzenleme süresi boyunca yaş sınıfları alan dağılışılarının işletme olanakları dikkate alınarak önceden belirlenen miktarlar, daha açık bir anlatımla hedeflenen değerler olarak modelleştirilmesi,

2- Düzenleme süresi boyunca son hasılat kesim alanlarından alınacak etaların ilk periyoda göre belirli yüzde oranında artırılması ya da azaltılabilmesi,

3- Düzenleme süresi sonunda plan ünitesinden elde olunacak toplam etanın ara ve son hasılat etası olarak hedeflenen değerlere kadar olması,

4- Plan ünitesi için geliştirilen ekonomik matrislerin modelle sıklup hedeflenen değerlere ulaşıp ulaşılmadığının irdelenmesi.

mesi ve buna göre işletmecinin alternatif çözümler arasında en uygun çözüme karar vermesi, olanaksızdır.

7.1. MERAPMO 1 Planlama Modellerinin Bulguları ve Kesim Planları Üzerine Tartışma

MERAPMO 1 planlama modelleri, yürürlükteki amenajman planı ile bir mukayese yapabilmek amacıyla oluşturulmuştur. Toplam 1217 adet olan bu modellerden dördü, birer problem olarak ele alınmış ve bulguları 6.1.4.1. diliminde açıklanmıştır. Bu problemler, düzenleme süresi ve düzenleme süresi sonrasında farklı periyodik alanları içermesi ve ağaçlandırılacak alanların 3 ya da 5 periyotta gerçekleştirilmesiyle birbirlerinden ayrılmıştır. Tüm problemlerde, rezerv alanda yer alan meşçere tiplerine ilk periyotta girilmemiştir.

Birinci problemde, ilk periyodik alan yürürlükteki amenajman planının son hasılat kesim alanı kadar alınmıştır. Amenajman planında, bu alanların 38698 m^3 son hasılat etasının alınacağı kararlaştırılmıştır. Çözüm 1'de ise 39416 m^3 öngörülmüştür. Aradaki fark, amenajman planının son kesim alanlarındaki çok bozuk meşçere tiplerinden hiçbir ete alınmamasından ileri gelmiştir. Düzenleme süresinin diğer periyodlarında periyodik alan eşit olarak kabul edilmiş ve bu durum düzenleme süresi sonrasında da devam etmiştir. Düzenleme süresi sonunda 75044 m^3 'ü ara hasılat etası, 329352 m^3 'ü son hasılat etası olmak üzere toplam 404396 m^3 etanın alınacağı uygun görülmüştür. Düzenleme süresi sonrası bitiminde de 140007 m^3 'lük ara hasılat etasına karşılık, 829003 m^3 son hasılat etası alınmış ve toplam 969010 m^3 'lük bir etaya ulaşılmıştır. Çok bozuk ve açıklık alanların birinci problemde 5 periyotta eşit olarak ağaçlandırılacağı göz önünde tutulmuştur.

İkinci problem ile elde edilen bulgular, düzenleme süresi ve düzenleme süresi sonrasında periyodik alanlar eşit alındığında ne gibi durumlar ortaya çıkar sorusuna yanıt oluşturmuştur.

Üçüncü problemde, çok bozuk ve açıklık alanlar birinci ve ikinci problemlerde olduğu gibi 5 peryodda eşit olarak ağaçlandırılmıştır. Yalnız ilk peryodik gençleştirme alanı farklı alınmıştır. Bunun nedeni yürürlükteki amenajman planında her peryodda 24.0 hektarlık bir ağaçlandırmanın kararlaştırılmış olmasıdır. 160.5 hektarlık ilk peryodik alanı izleyen peryodlarda, peryodik alanlar eşit büyüklükte kabul edilmiştir. Bu durum, düzenleme süresi sonrasında da sürdürülmüştür. Düzenleme süresi sonunda 40187 m³ düzenleme süresi sonrasında da 964443 m³'lük toplam etanın alınacağı saptanmıştır.

Dördüncü problemde çok bozuk ve açıklık alanlar ilk 3 peryodda ağaçlandırılmıştır. İlk peryodik alan problem 3 deki gibi alınmış, düzenleme süresi sonrasında tüm peryodların eşit olarak gençleştirilmesi uygun görülmüştür. Bunun sonucu düzenleme süresi sonunda 416827 m³, düzenleme süresi sonrası bitiminde de 976688 m³'lük bir toplam etanın alınacağı hesaplanmıştır.

7.2. MERAPMO 2 Planlama Modellerinin Bulguları ve Kesim Planları Üzerine Tartışma

MERAPMO 2 planlama modelleri, planlama biriminde yer alan meşçere tiplerine bir kesim önceliği vermek amacıyla oluşturulmuştur. Rezerv alanı ayrımı yapılmamıştır. Düzenleme süresi 100 ya da 80 yıl alınmış ve çok bozuk ve açıklık alanlar 2,3,4 ya da 5 peryodda ağaçlandırılmıştır. 410 adet kurulan MERAPMO 2 planlama modellerinin çözümü sonucu bunlardan 4 belirgin problem ele alınmış ve bulguları aşağıda açıklanmıştır.

Düzenleme süresinin 100'er yıl alındığı beşinci ve altıncı problemlerde çok bozuk ve açıklık alanlar ilk 3 ya da 5 peryodda ağaçlandırılmıştır. Peryodik alanların eşit alındığı bu problemlerde toplam etada farklılıklar meydana gelmiştir. Beşinci çözümde düzenleme süresi sonunda 423053 m³'lük, düzenleme süresi sonrası bitiminde 4974222 m³'lük bir toplam etaya ulaşılmıştır. Altıncı problemde ise düzenleme süresi sonunda 402728 m³, düzenleme süresi sonrası bitiminde 953909 m³'lük bir toplam etaya hesaplanmıştır. Düzen

leme süresinden düzenleme süresi sonrasına geçişin, beşinci çözümlünde daha uyumlu olduğuna ve eta miktarının da daha fazla gerçekleştiğine dikkat edilmelidir.

Yedinci ve sekizinci problemlerde düzenleme süresi, idare süresinden bir periyot kısa alınmıştır. İlk periyodik alan, optimal periyodik alan kadar alınmış, izleyen periyodlarda ise aritmetik dizi halinde arttırılmıştır. Yedinci problemde ağaçlandırmanın iki periyotta, sekizinci de 4 periyotta yapılması uygun görülmüştür. Düzenleme süresi sonunda toplam eta, yedinci çözümde 386109 m^3 'e ulaşırken, sekizincide 372783 m^3 'e ulaşmıştır. 20 yıllık 9 periyot sonunda ise yedinci çözüm 883922 m^3 toplam eta verirken, sekizinci çözüm 870596 m^3 vermiştir.

Düzenleme süresi 80 yıl alınıp ağaçlandırma kısa sürede gerçekleştiğinde periyodik etalar arasında büyük dalgalanmalar olmuştur. Ayrıca eta'lar, düzenleme süresinin üçüncü ve dördüncü periyoduna yağılmıştır. Ağaçlandırmanın düzenleme süresince eşit gerçekleştirilmesi durumunda bu yağılma daha az meydana gelmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, düzenleme süresi sonrasına nasıl bir geçişin kabul edilişidir. Eğer uyumlu bir geçiş arzulanırsa karar, ağaçlandırma alanlarının düzenleme süresine eşit dağılışında olmalıdır. Düzenleme süresi sonrasında ise aralarında büyük farklılık olmamaktadır. Düzenleme süresi sonrası periyodik alanların oluşturulmasında bazı meşçerelerin idare süresine ulaşmadan dördüncü periyotta kesilme durumunda kaldığı da bir gerçektir.

Düzenleme süresinin idare süresi kadar alınması durumunda ağaçlandırmanın kısa sürede yapılması gerekmiştir. Çünkü bu durumda hem toplam eta fazla elde edilmiş hemde düzenleme süresi sonrasına uyumlu bir geçiş sağlanmıştır.

Özetleyecek olursak ;

- Düzenleme süresi uzadıkça toplam ara hasılat etaları azalmıştır.
- Ağaçlandırılacak alanlar düzenleme süresine dağıtıldıkça toplam ara ve son hasılat etasında azalma görülmüştür.

Düzenleme süresi 100 yıl alındığında ağaçlandırmanın ilk 3, 80 yıl alındığında ilk 2 peryodda yapılması uygun bulunmuştur.

- Düzenleme süresi idare süresinden kısa alındığında bazı meşçereler genel ortalama artıma ulaşmadan kesilmiştir. Fakat toplam etada büyük farklılık gözlenmemiştir.
- Peryodlar arasındaki eta dalgalanmaları ve düzenleme süresi sonrasına geçişler, ağaçlandırmanın yapılacağı periyodlara bağlı kalmıştır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çağımızda, entansif işletmeciliğin uygulandığı ülkelerde orman işletme birimlerinin planlaması yapılırken, temel amaç olan orman ürünleri ihtiyacının yetişme çevresi koşullarınca sürekli olarak karşılanması ve mevcut kaynaklardan çok yönlü yararlanma ilkesi göz önünde bulundurulmaktadır. Kısaca orman işletmelerinin planlanmasında uzun süreli ve çok yönlü planlama hedeflenmektedir.

Ulusal ormancılık amaç ve ilkelerinin yönlendirici etkisi altında çok yönlü işletme amaçlarını gerçekleştirmek ve ormandan alınacak hasılatı yer, zaman ve miktar olarak saptamak, optimal karar niteliğindedir. Bu şekilde bir planlamayı da klasik yöntemler ile gerçekleştirmek mümkün değildir. Bir idare süresi ya da daha uzun süreleri kapsayacak şekilde orman işletme birimlerini çok yönlü planlayabilmek, yöneylem araştırması yöntemleri ile sağlanabilmektedir. Bu yöntemleri uygulamakla aşağıda özetlenen planlama ilkeleri gerçekleştirilecektir. Bunlar ;

- Ormanın bugünkü ve gelecekteki üretim gücü ortaya konabilir,
 - Faydalanmanın düzenlenmesi, işletmenin gelişim olanakları da dikkate alınarak kısa, orta ve uzun sürelerde planlanabilir plan uygulamalar kontrol edilerek uygulamada aksayan işletmecilik önlemleri alınabilir,
 - Uzun süreli bir planlama ile orman kaynakları daha gerçekçi tanınabilir,
 - Maksimum odun hasılatı verecek ya da ekonomik amaçları maksimize edecek bir kesim sırasının saptanmasında tüm sıradeki değişiklikleri denenebilir,
 - Orman ürünlerine olan ihtiyacın uzun dönemlerde ve arzulan boyutlarda gerçekleştirilmesi, alan düzenlemesinin sağlanması ve toplumun ormanlardan beklediği tüm fonksiyonların yerine getirilmesi gerçekleştirilebilir,
 - Karar almada daha objektif bir davranış ortaya konabilir,
- diye özetlenebilir.

Kısaca; yöneylem araştırmasının karar almaya yönelik oluşu sorun çözmeyi bilimsel yönteme dayandırışı, tüm etkileşmeleri dikkate alarak alternatif kararlar sunuşu ve soruna farklı açılardan bakarak objektif davranışı ile sorunun çözümüne daha gerçekçi yaklaşılabilir.

Gerek ülkemizde ve gerekse yurt dışında değişik ormancılık problemlerinin çözümlerinde uygulama yeri bulan benzetim ve doğrusal programlama gibi yöneylem araştırması yöntemleri karmaşık yapıdaki orman işletme planlaması problemlerine kısıtlı açılardan çözüm getirmekte, problemi etkileyen tüm alternatiflerin bir arada irdelenerek en iyi çözüm şekline (karar vermeye) olanak tanımamaktadır.

Özellikle, kendini yenileyen doğa kaynaklarının başında yer alan orman işletmelerinin planlanmasında sadece minimum gider ya da maksimum gelir sağlayan amaçlara yer verilmesi günümüz teknolojik koşullarına giderek ters düşmektedir. Bugün için ormandan elde edilen odun hasılatından önce, ormanın mevcut ekosistemi içerisinde, onun bünyesini bozmadan devamlı ve çok yönlü faydalanma ilkesi planlama amaçları içerisinde öncelik kazanmakta, ürün elde etmek amacı ikincil bir amaç niteliğine dönüşmektedir. Amaçların çok çeşitli oluşu ve yerine göre önceliklerin değişmesi karmaşık bir yapıda olan orman işletmelerinin planlanmasını güçleştirmekte ve uygulayıcıyı en iyi çözüme karar vermede çelişiklere düşürmektedir. Problemin benzetim ya da doğrusal programlama ile çözümünde işletmeci kısıtlı amaçları gerçekleştirebilmekte ve işletmenin planlanmasında subjektif kararlar vermek zorunda kalmaktadır.

Buna karşın, amaç programlama yöntemlerinin işletmenin planlamasına uygulanması ile ;

- Çelişen birçok amaç aynı modelde temsil edilebilmekte,
- Her amaç veya kısıt için belirlenen hedeflere ulaşılamadığı durumlarda da çözüm alınabilmekte,
- Amaçlara öncelikler verilebilmekte ve yine amaçlar arasında seçim olanağı sağlanabilmekte,

- Böylece çok amaçlı bir planlama gerçekleştirilebilmektedir.

Ele alınan araştırmada, amaç programlamanın özel durumlarından olan doğrusal amaç programlamadan yararlanarak, Meryemana Araştırma Ormanına ait planlama modelleri kurulmuştur. Kurulan modeller, değiştirilmiş simpleks yöntemi ile bilgisayarda çözülmüştür. Çözümlerde, Rustagi(1976 ve 1978)'in de tanımladığı gibi, en iyi kararın son hasılat kesim planının yapılmasından sonra verileceği görüşünden hareket edilmiştir. Son hasılat kesimlerine karar verildikten sonra ara hasılat kesimlerini de kapsayan uzun süreli kesim planları oluşturulmuştur. Bu planlar oluşturulurken ;

- Optimal kuruluştan çok uzak bir yapıya sahip bulunan plan ünitesi, kabul edilen değişik düzenleme süreleri sonunda optimal yapıya kavuşturulmuştur.

- İşletme ve pazar olanakları dikkate alınarak ve devamlılık prensipleri çerçevesinde, her periyotta gençleştirmeye tabi tutulacak alan büyüklüklerine karar verme olanağı sağlanmıştır.

- Diğer taraftan aktüel kuruluş optimal kuruluşa götürülürken düzenleme süresi boyunca giderek artan eta akışı sağlanmıştır.

- Düzenleme süresi sonunda ulaşılmaması hedeflenen toplam hasılat etasına ulaşmak gerçekleştirilmiştir.

- Periyodik alanlar oluşturulurken plan ünitesi içerisinde mevcut çok bozuk ve açıklık alanlarının, belirlenen periyotlarda gençleştirilmesi sağlanmıştır.

- Periyodik alanların oluşturulmasında mevcut üretken meşçerelerin üretim güçleri dikkate alınarak bir kesim ve gençleştirme düzeni oluşturulmuştur.

Plan ünitesi içerisinde bulunan rezerv alanları muhafaza ormanı niteliğindeki alanlar ve rekreasyon amacıyla kullanılacak alanlar kesim dışı bırakılmış ya da hedeflenen sürelerde periyodik alanlara dahil edilmeleri sağlanmıştır.

- Plan ünitesi için ekonomik matrisler geliştirilemediğinden bu değerlere, oluşturulan modellerde yer verilememiştir. Ancak, ekonomik matrislerin belirlenmesi halinde modelde yer almaları ve bu değerlere uygun olarak işletmecinin alternatif çözümlere karar verme olanağı her zaman sağlanabilecektir.

Orman işletme birimlerinin doğrusal amaç programlama yöntemi ile planlanmasında 6.1.1. diliminde sıralanan amaçlar yanında işletme planlamasını etkileyecek yeni hedef ve amaçlar ortaya çıktığında bunların da modele sokularak denenmesi ve karar vermede etkili olmaları her zaman olanaklıdır.

Mevcut ormanlarımızın korunması, bakımlarının sağlanarak kuruluşlarının iyileştirilmesi, orman alanlarının genişletilmesi ve böylece ormanlarımızın fonksiyonlarını ülke düzeyinde gereğince gerçekleştirilmelerinin sağlanması tüm orman alanlarının geliştirilen tekniklere uygun olarak uzun, orta ve kısa süreli planlara kavuşturulması ve bu planların izlenmesi ile sağlanabilecektir. Ülkede uygulanacak ormancılık politikası esaslarına yön verecek uzun süreli planların düzenlenmesinde çok daha geniş kapsamlı amaçlar saptanarak ve bu amaçlara uygun erişim fonksiyonları yaratılarak doğrusal amaç programlama yönteminden yararlanmak olanaklıdır.

Bu yolla düzenlenecek bölgesel planlardaki hedeflere uygun olarak, bugünkü orman amenajmanı planlarının genişletilmiş içerikli İşletme Planları'na dönüştürülmesi ve yine orta süreli bu plan hedeflerini gerçekleştirecek 5 yıllık ya da yıllık uygulama planlarının amaç programlama yöntemi ile elde olunması Türkiye orman işletmeciliği için hedeflenmesi zorunlu olan ve Orman Genel Müdürlüğü'nün zaman geçirmeden kesinlikle yerine getirmesi gerekli görevi olarak kabul edilmelidir.

Gelişen bilgisayar teknolojisi ile geliştirilen bu yöntemin ülkemiz koşullarında da uygulanması her zaman olanaklıdır. Ancak yöntemin uygulanması ile ulaşılabilecek sonuçların gerçeği aksettire bilmeleri, plan modellerinin oluşturulmasında kullanılacak envanter bilgilerinin ve dolayısıyla oluşturulacak matrislerin doğrul

derecelerine bağlıdır. Özellikle ekonomik matrislerin sağlıklı geliştirilebilmesi için gerekli kayıtlar titizlikle tutulmalı, entansif işletmeciliğin uygulanmasına yönelik her türlü önlemler dikkatle gerçekleştirilmelidir. Bu uygulamaya geçişte işletme sorunları itibariyle en az problemlili kızılam yayılış alanlarından oluşan orman blge mdrlklerinin rnek uygulama alanları olarak seilmesi ve olası bulunan en kısa sürede uygulamanın bu blgeden başlatılması yerinde olur kanısındayız.

SUMMARY

Mathematical programming techniques showing a parallel development with the contemporary technology take the place of classical methods used in the forest management planning. The countries applying intensive management develop plans of long-range and multi-objective. Today the estimation of production and economic structure which are to be arrived in the future is seen to be of due importance.

In planning a forest for sustained yield as classical methods, there are three methods to regulate the cutting. These are area control methods, volume control methods and combined area and volume control methods.

Area control will produce a fully regulated forest at the end of one rotation, but its application may produce a wildly fluctuating allowable cut during the conversion period.

Volume control will produce a controlled flow of timber during the conversion period, but may result in not fully regulating the forest.

Area-Volume check does specify when a timber stand is entered. This method cannot be used to determine the schedule which will yield the most timber nor the largest revenue.

Operations research methods allows a more realistic definition of timber resources and can analyze a wider spectrum of forest management practices. Besides operations research may be described as a scientific approach to optimal decision making. Operations research has had an increasingly great impact on the management of organizations in recent years. Both the number and the variety of its applications continue to grow rapidly, and no slowdown is in sight. In fact, with the exception of the advent of the electronic computer, the extent of this impact seems to be unrivaled by that of any other recent development.

One way of summarizing the usual phases of an operations research study is the following :

- 1) Formulating the problem
- 2) Constructing a mathematical model
- 3) Deriving a solution from the model
- 4) Testing the model
- 5) Establishing controls over the solution
- 6) Putting the solution to work implementation.

Mathematical models have been employed in forest management for many years, but the particular tools and the concepts of operations research are relatively new to the field. Apart from the fact that operations research techniques help in arriving at an optimal or better planning strategy.

A Linear programming problem involves finding the solution to a set of linear relations in non-negative variables which optimizes, that is, maximizes or minimizes, a linear function of these variables. Linear programming is probably the best known and most widely used optimization technique for solving certain types of resource allocation problems.

Simulation is an quantitative which describes a process by developing a model. Simulation is an appropriate substitute for mathematical evaluation of a model in many situations. Although it too involves assumptions, they are manageable. The use of simulation enables us to provide insights into certain management problems where mathematical evaluation of a model is not possible.

With dynamic programming, apart from multiple objectives and infeasibility situations, problem size is also of significance. The problem size, in dynamic programming, increases exponentially with the increase in the number of state variables and linearly with the number of stages. Besides, there may be problems in defining state variables and in developing interrelationships between variables, constraints and management objectives.

Nowadays, goal programming has been replaced the operations research methods linear programming, simulation and dynamic programming which are still mostly in use in Forestry.

Goal programming as a new operations research techniques is a modification of conventional linear programming and deterministic decision making technique. Goal programming translates a multiple objective planning problem into a single objective function problem by focusing on the minimization of deviations from specified goals.

The general form of the goal programming model is :

find $\bar{x} = (X_1, X_2, \dots, X_j)$ so as to minimize

$\bar{a} = \{g_1(\bar{n}, \bar{p}), \dots, g_k(\bar{n}, \bar{p})\} \rightarrow$ achievement function

that

$f_i(\bar{x}) + n_i - p_i = b_i \quad i=1, 2, \dots, m \rightarrow$ problem objectives

and

$\bar{x}, \bar{n}, \bar{p} \geq 0$

There are four special forms of goal programming as linear Goal Programming, Nonlinear Goal Programming, Zero-One Goal Programming and Integer Goal Programming. The Modified simplex Method is used to solve goal program problems.

Many applications of goal programming have been outside forest management; they have included choosing optimal executive compensation plans; planning manpower management; scheduling production, employment, and inventories to satisfy known demand

over a finite time; and other applications to financial and market strategy. Recently there have been several applications in forestry; they have included Goal Programming for Forest Management (Field,1973); Selecting Forest Residue Treatment Alternatives (Bare and Anholt,1976); A Goal Programming Model to Guide and Evaluate Tree Improvement Programs (Porterfield, 1976); Timber Management Planning With Timber RAM and Goal Programming (Field,1978); Implications of Goal Programming in Forest Resource Allocation (Dyer,Hof,Kelly,Crim and Alward,1979); Complementary Linear and Goal Programming Procedures for Timber Harvest Scheduling (Field,Dress and Fortson,1980).

Although similar to linear programming, goal programming does not require converting all measures of achievement to a common unit of measurement such as dollar contributions to profit. In plans for land management, both models allocate scarce resources, such as money, manpower, and Land, to management options such as even aged timber management. There are numerous other forms such options may take. Optimum levels for each option are then determined by an objective function that evaluates their contributions to the achievement of goals.

The major difference between the two models is in the way optimal levels are determined. Linear programming identifies an optimal level as the one that maksimizes a single criterion, such as profit, or minimizes one, such as cost, through summation of the contributions of various activities to a common measure. Goal programming, by contrast, identifies the optimal level as the one that minimizes the sum of the weighted deviations, however measured (posivite, negative, or both), from a set of managerially selected goals. Goal programming more closely approximates the logic of a manager for many of the decisions required in multiple-use foresty.

Linear goal programming was used in the long-range and multiple-objective forest management planning. Meryemana Research Forest in Trabzon was chosen to be a research field. MERAPMO 1 and MERAPMO 2 was developed as two planning model. Total 1627 models were established and solved. 4 models of each planning models were taken as problem and the results discussed.

The use of operations research in forest management planning can be summarized as in the following :

- Forest resources can be known better.
- The actual and future production and economic structure of the forest can be put forward.
- Decision-making can be more objective.
- The all functions of forest management can be realized.

Long-range and multiple-objective forest management planning which is to be realized. With goal programming has also the following uses :

- Various objectives contradicting with each other can be represented in some model.
- A multiple objective planning can be realized.
- If the determined objectives could not be reached for each objective or limit, a solution can also be made.
- Objectives can be given preference.
- Various objectives of the same preference can be given due importance.

Long-range and multi-objective planning can always be made by more realistic and reliable determination of yield matrices forming a input in the planning models.

K A Y N A K L A R

- Akalın,S.,1979 : Yöneylem Araştırması. Ege Üniv.İşl.Fak.Yay.
No:5,572 s.
- Akalp,T.,1978 : Türkiye'deki Doğu Ladini Ormanlarında Hasılat
Araştırmaları. İst.Üniv.Orman Fak.Yay.No:261,145 s.
- Akalp,T.,1983 : Değişik Yaşlı Meşçerelerde Artım ve Büyümenin
Simülasyonu. İst.Üniv.Orman Fak.Yay.No:327, 169 s.
- Akın,B.,1979 : Tarım İşletmelerinin Planlanmasında Yöneylem
Araştırmasının Kullanılması. Verimlilik Der.Cilt:8, Sayı:3,
s. 39-57.
- Aktaş,Z.,1973 : Eletronik Hesaplayıcılarla Programlama ve Uygula-
lama. Bölüm I,II,III. ODTÜ.Elk.Hes.Bil.Böl. Yayınları.
- Alemdağ,Ş.,1967 : Orman Amenajman Planlarının Yaş Sınıfları Dü-
zenine Göre Tanziminde Şaha Kontrol Metodlarının Uygulanma-
sı. Orm.Arş.Ens.Yay.,Ser.No:29, 48 s.
- Arkun,M.E. ve İ.Güngör,1977 : Fundamentals of Programming and
Fortran IV. METU Dep.Com.Sci.Pub:3, 301 s.
- Asan,Ü.,1980 : Yöneylem Araştırması Metodlarının Ormancılıkta
Kullanılabileceği Alanlar ve Bazı Uygulama Örnekleri. İst.
Üniv.Orm.Fak.Der. B/2, s.184-195.
- Aşan,S.,1977 : Simpleks Yöntemi. İst.İkt.Tic.İl.Ak.Der.Sayı:1,
s. 185-210.
- Ata,C.,1978 : Ladin Ormanlarının Bugünkü Durumu ve Uygun İşlet-
me Şekilleri. Orm.Müh.Der. Eylül-Ekim, s.31-37.
- Atay,İ.,1984 : Orman Bakımı. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay. No:356, 85 s.
- Aydıncıoğlu,A.,1976 : Yönetim Ekonomisi(Kantitatif-Ekonomik Ka-
rar Modelleri). İst.Tek.Üniv.Tem.Bil.Fak. Sayı:1067, 500 s.

- Bağırkan,Ş.,1977 : Karar Verme Kavramı ve Uygulamaları. İ.İ.T. İ.A.Der. Sayı:1, s. 135-161.
- Bare,B.B. ve B.F.Anholt,1976 : Selecting Forest Residue Treatment Alternatives Using Goal Programming. Pac.Nor.Wes.For. Exp.Stn.PNW-43, Portland-Oregon, 26 s.
- Barlett,E.T.,et al, 1976 : GOAL-Multiple Objective Programming. Colorado State Univ.Range Sci.Ser.No:21, 157 s.
- Bazaraa,M.S.,ve A.Bouzaher,1981 : A Linear Goal Programming Model for Developing Economics With an Illustration From the Agricultural Sector in Egypt. Management Sci,Vol:27, No:4, s. 396-412.
- Bell,E.F.,1977 : Mathematical Programming in Forestry. Jour. Forestry, s.317-319.
- Bierman,H. et al,1981 : Doğrusal Programlama. Dual Problem ve Duyarlılık Analizi. Çev:B.Akın, Eskişehir İk.Tic.İl.Ak.Der Sayı:1, s.229-250.
- Boyce,S.G.,1980 : Management of Forests for Optimal Benefits (Dynast-OB).USDA.SE-204, 92 s. USA.
- Bozdağ,N.,1980 : Tarım İşletmelerinin Optimizasyonu ve Duyarlılık Analizi. Doğru Bil.Der. Seri:b, Cilt:4,Sayı:1,s.41-47.
- Bradley,S.P. et al,1977 : Applied Mathematical Programming. Addison-Wesley Pub.Com. 113 s.
- Brigham,E.F. ve J.L.Pappas,1976 : Managerial Economics. The Dreyden Press, 564 s.
- Brown,T.C.,1976 : Alternatives Analysis For Multiple Use Management. A Case Study. USDA-RM-176, 16 s., USA.
- Bulutay,T.,1965 : Doğrusal Programlama. Ank.Üniv.Siy.Bil.Fak. Yay. No:186/468, 169 s.

- Buongiorno, J. ve Teegarden, D.E., 1978 : Operations Research Technigues in the Management of Large-Scale Reforestation Programs. Opetarional Forest Management Planning Methods Proceedings, PSW-32, s.36-44, USA.
- Candan, Ü. ve E.Öztekin, 1976 : Bilgisayarlar ve Programlama. İst. Üniv. İşl. Fak. Muh. Ens. Yay. No:19, s.384.
- Caswell, W.M. ve H. Rao, 1974 : A Practical Approach to the Large-Scale Forest Scheduling Problem. Decision Sciences, Vol:5, No:3, s.367-373.
- Celasun, M., 1980 : Yöneylem Araştırmasının Gelişme Sorunları ve Yöntemleri. Yön. Araştırma Der. Yıl:1, Cilt:1, s.21-27.
- Chappelle, D.E., 1966 : A Computer Program for Calculating Allowable Cut Using the Are-Volume Check Method. USDA For. Ser. Res. Note PNW-44, 4 s., Portland-Oregon, USA.
- Chappelle, D.E. ve R.W. Sassaman, 1968 : A Computer Program for Scheduling Allowable Cut Using Either Area or Volume Regulation During Segquential Planning periods. PNW-Research Note-93, USA.
- Chappelle, D.E. ve R.W. Sassaman, 1969 : User's Manual for ARVOL Computer Program. Pac. Nor. Wes. 30 s. Portland-Oregon.
- Chappelle, D.E. et al, 1976 : Evaluation of Timber RAM as a Forest Management Planning Model. Jour. Forestry, s.288-293.
- Churchman, C.W. et al, 1971 : Operations Research. 585 s. Oldenbourg, München.
- Claycombe ve Sullivan : Foundation of Mathematical Programming 226 s.
- Cohon, J.L., 1978 : Multiobjective Programming and Planning. Academic Press, 333 s.

- Curtis,F.H.,1962 : Linear Programming: The Management of a Forest Property. Journal of Forestry, s.611-616.
- Çakıcı,L.1974 : Doğrusal Programlamanın İşletme Problemlerine Uygulanışı Üzerine Bir Deneme. İst.Üniv.İşl.Fak.Der.Cilt: Sayı:1, s.456-486.
- Çoşar,E.,1976 : Sistem Analizi ve Yeniden Düzenleme. Verimlili Der. Cilt:5, Sayı:3, s.362-370.
- Dane,C.W. et al, 1977 : Goal Programming in Land-use Planning. Journal of Forestry, s.325-329.
- Dantzig,G.B.,1966 : Lineare Programmierung und Erweiterungen. Springer-Verlag 712 s.
- Demir,M.H.,1974 : Dinamik Programlama. İst.Üniv.İşl.Fak.Der. Cilt:3, Sayı:1, s.296-304.
- Dervitsiotis,K.N.,1981 : Operations Management. Mc Graw-Hill B Com. 771 s.
- Doğrusöz,H.,1975 : Çok Boyutlu Değer Ölçüsü İle Karar Verme.Yö Araş.Bildiriler'75, s.14-27.
- Doğrusöz,H.,1976 : Türkiye'de Yöneylem Araştırması. Yön.Arş. Bildiriler'76, s.3-25.
- Doğrusöz,H.,1980 : Türk Toplumunda Yöneylem Araştırmasınının Yer Rolü ve Gelişme Yönü. Yön.Arş.Derneği, Yıl:1,Cilt:1,s.1-4
- Dyer,A.A. et al,1979 : Implications of Goal Programming in Fo Resource Allocation. For.Sci.Vol:25,No:4, s.535-543.
- Emshoff,J.R. ve R.L.Sisson,1970 : Desing and Use of Computer Simulation Models. Mac Millan Publishing Co, Inc. 302 s.
- Eraslan,İ.,1973 : Türkiye'deki Devlet Ormanlarında İdare Amaç rı Tespitinin Hukuki, Teorik ve Pratik Esasları. İst.Üni Orm.Fak.Yay. No:194, 179 s.

- Eraslan, İ., 1978 : Türkiye'de Ormanın Çok Çeşitli (Multipl) Fonksiyonlarına Dayanılarak Devlet Orman İşletmelerinde Amaçların Saptanması. İst.Üniv.Orm.Fak.Der.Seri:A, Sayı:2, s. 1-15.
- Eraslan, İ., 1980 : Türkiye'de Ormanın Çok Çeşitli Fonksiyonlarına Dayanılarak Devlet Orman İşletmelerinde Amaçların Saptanması. Türkiye'de Ormanlık Gelişiminin Güncel Sorunları Sempozyumu. s. 43-58.
- Eraslan, İ., 1981 : Aynıyaşlı Ormanların Optimal Kuruluşlara Götü- rülmesinde Kullanılabilecek Artım Yüzdeleri Simülasyon Yön- temi. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay. No:289, 38 s.
- Eraslan, İ., 1982 : Orman Amenajmanı. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay.No:318, 582 s.
- Eren, E., 1982 : İşletmelerde Yenilik Politikası. İst.Üniv.İşl.Fak. Yön. ve Org.Ens.Yay. No:4, 248 s.
- Evcimen, B.S., 1972 : Ormanın Kontrolü ve Düzenlenmesi. İst.Üniv. Orm.Fak.Der. B/2, s. 187-204.
- Evcimen, B.S., 1972 : Türkiye'de Aynıyaşlı Ormanların Optimal Ku- ruluşa Götü rülmesi Hakkında Araştırmalar. Orm.Bak.Orm.Gen. Müd. Seri No:52, 253 s.
- Fırat, F., 1971 : Ormanlık İşletme İktisadı. İst.Üniv.Orm.Fak. Yay. No:156, 336 s.
- Field, D.B., 1973 : Goal Programming for Forest Management. For Sci.Vol:19, Num:2, s.125-135.
- Field, D.B., 1977 : Linear Programming: Out of the Classroom and into the Woods. Jour. For. s.330-334.
- Field, R.C., 1978 : Timber Management Planning With Timber RAM and Goal Programming. Operational Forest Management Planning Methods Proceedings. Bucharest, Romania, s.82-90.

- Field,R.C. et al, 1980 : Complementary Linear and Goal Program Procedures for Timber Harvest Scheduling. Forest Science Vol:26, No:1, s.121-133.
- Field,R.C. et al,1981 : Determining The Optimal Sustained-Yield Forest Structure in USDA Forest Service Planning Symposium on Forest Management Planning: Present Practice and Future Decisions. Blacksburg, Virginia, s.68-79.
- Galbarraith,J.E. ve C.H.Meng,1981 : Simulating Optimum Invertor of Harvested Wood. Jour.For. s.292-295.
- Gençyılmaz,G.,1977 : Dinamik Programlama ve Üretim Yöntemi Problemlerine Uygulama Olanakları. İst.Üniv.İşl.Fak.Der.Sayı: s. 113-133.
- Geray,U.,1982 : Ormancılıkta Planlamanın Hazırlık Aşamasında Ç Boyutlu Analizler (Akdeniz Bölgesi örneği). İst.Üniv.Orm. Fak.Yay. No:315, 107 s.
- Gülerman,A.,1976 : Mühendislik Ekonomisi ve İşletme Yönetimi.E Üniv.Müh.Bil.Fak.Teks.Müh.Böl.Yay. No:4, 308 s.
- Günel,A.,1978 : Tek Ağaç ve Meşçerelerde Artım ve Büyümenin Matematiksel Modelleri. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay. No:254, 141 s.
- Gürdoğan,N.,1977 : Doğrusal Programlama Tekniğinin Sanayi İşlemlerinde Uygulama Alanları. Ata.Üniv.İşl.Fak.Der. Cilt:2 Sayı:2, s.27-36.
- Gürel,O.,1966 : Lineer Programlama. İTÜ Elektronik Hesap Merkezi Yayını Sayı:4, 101 s.
- Halaç,O.,1978 : Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Ar İst.Üniv.İşl.Fak.Yay. No:86, 683 s.
- Halaç,O.,1982 : İşletmelerde Simülasyon Teknikleri. İst.Üniv.İşl.Fak.Yay. No:130, 273 s.
- Hennes,L.C.,1971 : Timber RAM Users Manual. Training Addendum: Smokey Forest Case Study, PSW, 31 s. USA.

- Hennes,L.C.,1971 : Forest Control and Regulation. A Comparison of Traditional Methods and Alternatives. PSW-231,10 s. USA.
- Hillier,F.S. ve G.J.Lieberman,1974 : Operations Research. Holden-Day, Inc, 800 s.
- Hool,J.N.,1965 : A Dynamic Programming-Probabilistic Approach to Forest Production Control. Society of American Foresters. s. 191-193, USA.
- Hrubes,R.J. ve G.Rensi, 1981 : Implications of Goal Programming in Forest Resource Allocation: Some Comments. For.Sci.Vol:27, No:3, s.454-459, USA.
- Hürliman, W.,1972 : Lineare Programmierung, Schilling Verlag, 116 s.
- IBM Dergisi, 1974 : Linear Programlama İle Problem Çözme. Yıl:2, Sayı:3.
- IBM Dergisi,1974 : Technical Newsletter. 169 s. USA.
- IBM, 1974 : IBM System 360-370 Fortran IV. Language. 169 s. USA.
- IBM,1975 : Fortran IV.Programmer's Guide, 139 s. USA.
- IBM, 1979 : Fortran Öğreteceklere Fortran Öğretme Semineri Notları. KTÜ Bilgisayar Merkezi.
- IBM, 1980 : Program Product-IBM Virtual Mashine/System Product System Product Editor User's Guide.Prog.Num:5664-167,128 s.
- Ignizio,J.P.,1976 : Goal Programming and Extensions. Lexington Books. D.C.Heath and Campany Lexington, Massachusetts, Toronto, 226 s.
- Ijiri,Y.,1965 : Management Goals and Accounting for Control, North-Holland Pub.Co, 191 s. Amsterdam.
- İlyasoğlu,E.,1967 : Dinamik Optimizasyonun Temel İlkeleri-Dinamik Programlama.İ.İ.T.İ.A.Der.,Sayı:2, s.61-73.

- Inan, İ.H., 1976 : Doğrusal Programlama ve Tarım İşletmeleri. Verimlilik Der.Cilt:5, Sayı:1, s.55-65.
- Irving, M.J., 1971 : Timber RAM Users Manual Part IV: Computer Programmer's Guide. PSW.56 s. USA.
- Johnson, R.A. et al, 1964 : System Theory and Management. Çev: M.Ş.Şimşek, Ata.Üniv.İşl.Fak.Der. 1977. Cilt:2, Sayı :2, s.97-127.
- Jonhson, K.N. et al, 1980 : Forest Planning Model (FORPLAN) User's Guide and Operations Manual. Fort Collins, Co. 258 s.
- Johnson, C.M., 1980 : Computer Techiques for land Management Planning. USDA Forest Service, RM-387, 4 s.
- Johnson, K.N. ve P.L.Tedder, 1983 : Linear Programming vs. Binary Search in Periodic Harvest Level Calculation. Forest Sci. Vol:29, No:3, s. 569-581.
- Jonhston, D.R. et al, 1967 : Forest Planning. Faber and Faber Lt London. 527 s.
- Kalıpsız, A., 1967 : Yöneylem Araştırmaları ve Ormancılık Araştırmalarına Uygulanış Örnekleri. İst.Üniv.Orm.Fak.Der. B/1, s.159-182.
- Kalıpsız, A., 1973 : Ormancılık Araştırmalarının Programlanması. İst.Üniv.Orm.Fak.Der. B/1, s.14-29.
- Kalıpsız, A., 1973 : Ormancılıkta Matematik Modeller ve Yöneylem Araştırmaları. İst.Üniv.Orm.Fak.Der. B/1, s.44-54.
- Kalıpsız, A., 1982 : Orman Hasılat Bilgisi. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay No:328, 348 s.
- Kapucu, F., 1978 : Ormancılıkta İdare Amaçlarının Saptanması Soru ve Ormancılıktaki Öğeleri. KTÜ Orm.Fak.Der.Cilt:1, Sayı:2 s. 286-306.

- Kapucu,F.,1978 : Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğu Ladini,Sarıçam, Doğu Karadeniz Göknarı ve Doğu Kayını Karışık Meşçerelerin Kuruluşları-Amenajman Yönünden Değerlendirilmesi Üzerine Araştırmalar. 170 s. Basılmamış.
- Kapucu,F.,1982 : Orman Amenajmanı, Bölüm I ve II. Ders Notları.
- Kara,İ.,1979 : Yöneylem Araştırmasının Yöntem Bilimi. Eskişehir İ.T.İ.A.Der.Yay.No:215/139, 162 s.
- Kara,İ.,1981 : Doğrusal Programlamada İkillik. Eskişehir İ.T.İ.A. Der.Sayı:2, s. 391-420.
- Karoyalçın,İ.İ.,1979 : Harekat Araştırması (Yöneylem Araştırması) İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı:1132, 624 s.
- Karoyalçın,İ.İ.,1980 : Yöneylem Araştırması Eğitiminin Son On Yıldaki Gelişiminin Değerlendirilmesi ve Bazı Öneriler.Yön. Arş.Derneği, Yıl:1, Cilt:1, s. 28-43.
- Karpak,B.,1977 : Vektör Eniyilemesi(Optimizasyonu). İst.Üniv.İşl. Fak.Der. Sayı:2, s. 167-173.
- Kent,B.M.,1980 : Linear Programming in Land-Management Planning on National Forests. Jour.For. s. 469-471.
- Keskinel,F. ve H.F.Karadoğan,1977 : Açıklamalı Örneklerle Fortran IV. Algoritma Kurma ve Problem Geliştirme. İTÜ. MMF, Yay. No:117, 315 s.
- Kidd,W.E. et al,1966 : Forest Regulation by Linear Programming-A Case Study. Jour.For. s.611-613.
- Kirby,M.,1978 : Large-Scale Budget Applications of Mathematical Programming in the Forest Service. Op.For.Man.Plan.Met.Proc. s. 60-67.
- Kobu,B.,1976 : İşletme Matematiği II. İst.Üniv.İşl.Fak.Yay.No:11, s. 558.

- Kobu, B., 1979 : Üretim Yönetimi. İst.Üniv.İşl.Fak.Ens.Yay No:3
745 s.
- Kolektiv, V., 1968 : How to Increase Forest Productivity. Statn
Zemedelske Nakladatelsvi, 422 s.
- Kolenka, I., 1978 : Optimal Control of Raw Timber Production
Processes. s. 54-59.
- Korukçu, A., 1981 : Tarımsal Arazilerin Sulamaya Hazırlanmasında
Doğrusal Programlama Tekniğinden Yararlanma Olanakları.Y
Arş.VII.Ulusal Kongresi, Teksir, 17 s.
- Laufer, A.C., 1975 : Operations Management. South-Western Pub.C
548 s.
- Levin, R.I. ve C.A.Kirkpatrick, 1978 : Quantitative Approaches
Management. Kosaido Printing Co. Tokyo. 625 s.
- Liittschwager, J.M. ve T.H.Tcheng, 1967 : Solution of Large-Sca
Forest Scheduling Problem by Linear Programming Decompos
Jour.For. s. 644-646.
- Loucks, D.P., 1964 : The Development of an Optimal Program.Sust
Yield Management. Jour.For. s. 485-490.
- Manas, O., 1978 : Fortran IV. Ege Üniv.Hes.Bil.Ens.Yay.No:4, 262
- Mertens, P., 1969 : Simulation. Sammlung Poeschel, 99 s.
- Meryemana Araştırma Ormanı Amenajman Planı, 1985 : Orman Genel
Müdürlüğü, 151 s.
- Miraboğlu, M., 1983 : Ormancılık İşletme İktisadı. İst.Üniv.Orm
Fak.Yay.No:340, 248 s.
- Mitchell, B.R. ve D.W.Hann, 1979 : A Computer Program for Apply
Ridge Regression Technigues to Multiple Linear Regressio
USDA For. Ser. INT-51, 25 s.
- Myers, C.A., 1968 : Simulating the Management of Even-Aged Timb
Stands. RM-42, USA.

- Myers, C.A. ve G.L. Godsey, 1968 : Rapid Computation of Yield Tables for Managed Even-Aged Timber Stands, RM-43, USA.
- Myers, C.A., 1970 : Computer-Assisted Timber Inventory Analysis and Management Planning, RM-63, 53 s.
- Myers, C.A., 1973 : Simulating Changes in Even Aged Timber Stands. RM-109, 47 s. USA.
- Myers, C.A., 1974 : Computerized Preparation of Timber Management Plans: TEVAP 2, RM-115, USA.
- Naslund, B., 1969 : Optimal Rotation and Thinning. For.Sci.Vol:15, s. 446-451.
- Navon, D.I., 1971 : Timber RAM:...A Long Range Planning Method for Commercial Timber Lands Under Multiple-Use Management. USDA Forest Service, PSW-70, 22 s.
- Navon, D.I., 1981 : Integrating Timber and Transportation Planning Symposium on Forest Management Planning: Present Practice and Future Decisions. FWS-1-81, s. 94-106.
- Nautiyal, J.C. and P.H. Pearse, 1967 : Optimizing The Conversion to Sustained Yield-A Programming Solution. For.Sci.Vol:13, No:2, s. 131-139.
- Nazereth, L., 1971 : Timber RAM Users Manual. Part III. Mathematical Programmer's Guide, PSW, 55 s. USA.
- Nemhauser, G.L., 1966 : Introduction to Dynamic Programming. John Wiley and Sons Inc. 251 s.
- Odabaşı, T., 1983 : Silvikültürel Planlama. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay. No:351, 100 s.
- Omı, P.N. et al, 1981 : A Linear Programming Model for Wildland Fuel Management Planning. Forest Sci.Vol:27, No:1, s.81-94.
- Orman Genel Müdürlüğü, 1976 : Ormancılık Ana Planı 1973-1995, 145 s.

- Öney,E.,1971 : Doğrusal Programlama ve Türk Ekonomisine Uygulanma Denemesi. Ank.Üniv.Siy.Bil.Fak.Yay.No:320, 167 s.
- Pages,J.C.,1974 : Simülasyon: Karar Vermede Yönetim Aracı,Hayatın Simülasyonu. IBM Der. Yıl:2, Sayı:1.
- Pennington,R.H.,1970 : Introductory Computer Methods and Numerical Analysis. The Mac Millan Com. 497 s.
- Porterfield,R.L.,1976 : A Goal Programming Model to Guide and Evaluate Tree Improvement Programs. Forest Science,Vol:22, Num:4, s. 417-430, USA.
- Rausch,V.,1980 : Planerische Erfassung der Aufgaben des Waldes. Çev.:İ.Aslanboğa. Türkiye'de Ormancılık Gelişiminin Güncel Sorunları Semineri Bildirileri ve Tartışma Özetleri. DSE, s. 151-160.
- Rustagi,K.P.,1976 : Forest Management Planning for Timber Production: A Goal Programming Approach. Yale Uni. 80 s.
- Rustagi,K.P.,1978 : Forest Management Planning for Timber Production : A Sequential Approach. Operational Forest Management Planning Methods. s. 68-75, PSW-32, USA.
- Saatçioğlu,F.,1979 : Silvikültür Tekniği. İst.Üniv.Orm.Fak.Yay. No:268, 556 s.
- Sassaman,R.W. ve D.E.Chappelle,1967 : A Computer Program for Calculating Allowable Cut Using Area Regulation and Comparison With the ARVOL Method. PNW-63, USA.
- Sassaman,R.W. et al,1969 : User's Manual for the SORAC Computer Program. Pac.Nor.Wes.Portland-Oregon, 80 s.
- Savsar,M.,1983 : Ormancılıkta Kesim Çizelgesine Amaç Programları Uygulaması. Teksir, 18 s. Eskişehir.
- Saydam,T. et al,1976 : Fortran IV İle Etkin Programlama.Çağlaya Kitapevi, 166 s.

- Schuler,A.T. et al,1977 : Goal Programming in Forest Management. Jour.For. s.320-324.
- Schweitzer,D.L. et al,1972 : Allowable Cut Effect.Jour.Forestry, s. 415-418.
- Sezgin,F.,1981 : Simülasyon Tekniği ve İstatistikte Uygulanışı. Ata.Üniv.Zir.Fak.Teksir, 22 s.
- Shore,B.,1973 : Operations Management. Printed in Japan,550 s.
- Soykan,B.,1978 : Orman Amenajmanına İlişkin Sorunların Çözümünde Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanakları. KTÜ.Orm.Fak.Der.Cilt:1, Sayı:1, s.93-106.
- Soykan,B.,1978 : İdare Süreleri ve Türkiye'deki Son Uygulamalar Hakkında Bazı Görüşler. KTÜ.Orm.Fak.Der.Cilt:1, Sayı:1, s. 107-133.
- Soykan,B.,1979 : Aynı Yaşlı Ormanların Aktüel Kuruluşa Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Metodlarından Yararlanma Olanaklarının Araştırılması. KTÜ.Orm.Fak.Yay.No:5, 156 s.
- Soykan,B.,1984 : "Antalya Orman Bölge Başmüdürlüğü Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü İşletme-Amenajman Planı, 1978-1982" Adlı Yapıtın Eleştirilmesi ve KASİMOD Benzetim Yöntemi Uygulama Sonuçları. K.Ü.Orm.Fak.Yay.No:4, 89 s.
- Sosyal,A.,1983 : Yöneylem Araştırması Alanında Türkiye'deki Durum, Gelişme Yön ve Olanakları. Yön.Arş.Der.Yıl:2, Cilt:2,s.56-67.
- Speidel,G.,1972 : Planung im Forstbetrieb Grundlagen und Methoden der Forsteinrichtung. Verlag Paul Parey, 267 s.
- Steiguer,J.E. ve R.H.Giles,1981 : Introduction to Computerized Land-Information Systems. JOUR.For. s.734-737.
- Steuer,R.E. ve A.T.Schuler,1981 : Interactive Multiple Objective Linear Programming Applied to Multiple Use Forestry Planning Symposium on Forest Management Planning. Present Practice and Future Decisions. FWS-1-81, s. 80-93.

- Sun,O.,1969 : Ormancılık İşlemlerine, Doğrusal (Linear)Programlama'nın Uygulanmasına Değın Esaslar. OAE Der. s.52-60.
- Sun,O.,1977 : Bir Kızılçam Ağacının Simülasyonu İçin Büyüme Modeli. OAE Yay.Teknik Bülten Seri No:119, 60 s.
- Sun,O.,1978 : Ormancılıkta Model Kurma. Bilgisayar Der. Sayı:4 s. 16-18.
- Tenekecioğlu,B. ve İ.Kara,1980 : Pazarlama Kararlarında Yöneylem Araştırması. Eskişehir İ.T.İ.A.Der. Sayı:1, s. 38-59.
- Tulunay,Y.,1977 : Simpleks Metodun Uygulama Alanları ve Optimallik Sonrası veya Hassasiyet Analizi. İst.Üniv.İşl.Fak.Der. Sayı:2, s. 159-165.
- Tulunay,Y.,1980 : Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları. İst.Üniv.İşl.Fak.Yay No:108.
- Tulunay,Y.,1982 : İşletme Matematiği, İst.Üniv.İşl.Fak.Yay.No:627 s.
- Uzuner,A.R.,1959 : Meryemana Ladin Araştırma Ormanı. OAE Der. Sayı:2, s. 45-50.
- Ülgen,H.,1980 : İşletme Yönetiminde Bilgisayarlar. İst.Üniv.İşl.Fak.Yön. ve Org.Ens.Yay No:3, 366 s.
- Verimlilik Dergisi,1981 : Yöneylem Araştırması Ne Zaman Kullanmaya Başlandı? Milli Prod.Merk.Cilt:10, Sayı:3, s.13-16.
- Verimlilik Dergisi,1981 : Karar Verme Yöntemi: Simülasyon(Benzeme). Milli Prod.Merk.Cilt:10, Sayı:4, s.22-23.
- Verimlilik Dergisi,1981 : Yönetimde Sistem Yaklaşımı. Milli Prod.Merk:Cilt:10, Sayı:5, s.17-18.
- Vuran,A.,1967 : İşletmelerde Doğrusal Programlama Uygulamaları. İ.İ.T.İ.A.Der. Sayı:1, s.153-164.

- Wardle,P.A.,1964 : Forest Management and Operational Research-A Linear Programming Study. Management Science, Vol:11, s.260-270.
- Wardle,P.A.,1966 : The Application of Linear Programming to the Solution of Forest Management Problems. VI.World Forestry Congress.
- Ware,G.O.,1971 : A Mathematical Programming System for the Management of Industrial Forests. Forest Science, Vol:17, No:4, s. 428-445.
- Wiedeman-Schober, 1957 : Ertragstafeln, 194 s.
- Winsauer,S.A. ve D.P.Bradley,1982 : A Program and Documentation for Simulation of a Rubber-Tired. USDA For.Ser.NC-212, 32 s.
- Yılmaz,M.R.,1978 : Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerine Eleştirel Bir Bakış. ODTÜ. Teksir, 43 s.
- Yöneylem Araştırması Bildiriler'75-Marmara Bilimsel ve End.Arş. Enst. 358 s.
- Yöneylem Araştırması Bildiriler'76-Yön.Arş.Der. 410 s.
- Yöneylem Araştırması Bildiriler'77-Yön.Arş.Der. 336 s.
- Yöneylem Araştırması Bildiriler'78-Yön.Arş.Der. 313 s.
- Yöneylem Araştırması Bildiriler'79-Yön.Arş.Der. 393 s.
- Yöneylem Araştırması VI.Ulusal Kongresi,1980 : Bildiri Özetleri, 73 s.
- Yöneylem Araştırması VII.Ulusal Kongresi,1981 : Bildiri Özetleri, 44 s.
- Zednik,F.,1963 : Türkiye Ormanları,Bugüne Kadar Tatbik Edilen ve Gelecekte Tatbiki Tavsiye Edilen Silvikültürel Muameleler, Çev.:H.Selçuk. OAE Yay.Muh.Yay.Ser.No:14, 118 s.
- Zivnuska,J.A.,1961: The Multiple Problems of Multiple Use.Journal of Forestry. s. 555-560.

ÖZGEÇMİŞ

5.4.1954 tarihinde Trabzon ili Akçaabat ilçesinde doğdum. İlkokul öğrenimimi Trabzon İsmetpaşa İlkokulu'nda, orta öğrenimimi de Trabzon Lisesi'nde tamamladım. 1972-73 öğrenim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümüne kaydoldum. Fakülte yıllarımda ilk stajımı B.Almanya Schwarzwald'da, ikinci stajımı da İzmir Orman Bölge Müdürlüğünde yaptım. Diploma çalışmamı orman yangınları üzerine hazırlayarak 1975-76 öğrenim yılı Yaz döneminde Orman Yüksek Mühendisi olarak mezun oldum. 31.8.1976 tarihinde Orman Genel Müdürlüğü 28.Orman Amenajman Heyetine atandım. Fakülteye geçene kadar bu görevde heyet mühendisi olarak çalıştım. 1978 yılı Ocak ayında açılan asistanlık sınavını kazanarak 28.2.1978 tarihinde K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Amenajmanı Bilim dalına geçtim. 1980 yılına kadar çeşitli bilgisayar kurslarına katıldım ve bilim dalının laboratuvar ile arazi çalışmalarına yardımcı oldum. 1981 yılında Orman, Makina ve Jeodezi bölümlerinden aldığım doktora dersleri ile hazırlık dönemini tamamlayarak, 1982 de doktora tez çalışmalarına başladım.

Evli, iki çocuk babasıyım.

Selahattin KÖSE

ILK VERI KARTININ OKUTULMASI

1 KARTTA AMAC FONKSIYONU SAYISI, BÜCELİK SAYISI, X KARAR DEĞİŞKENLERİ
YİSİ, ERİŞİM FONKSIYONUNDAKİ TERİM SAYISI VE DOĞRUSAL AMAC PROGRAMLAMA
İZİM ANAHTARI DEĞERLERİ VARDIR.

```

EAD(1,100,END=500,ERR=999) KAMSA,KONSA,KDESA,KETSA,INSW
((KAMSA.LT.1.OR.KONSA.LT.1.OR.KDESA.LT.1) GO TO 9000
((KAMSA.GT.200.OR.KONSA.GT.200.OR.KDESA.GT.200) GO TO 9000
PUT=KAMSA+KDESA
) 11 KA=1,KDESA
)UT(KA,1)=2
)UT(KA,2)=KA
) 22 MA=1,KAMSA
)MA+KDESA
)UT(JA,1)=3
)UT(JA,2)=MA
)SAT(MA,1)=4
)SAT(MA,2)=MA
    
```

İKİNCİ VERİ KARTININ OKUTULMASI

BJ KARTTA AMAC DENKLEMLERİNİN KATSAYILARI VARDIR

```

EAD(1,110,END=888,ERR=999)((GA(MA,KA);KA=1,KDESA),MA=1,KAMSA)
) 33 KR=1,KAMSA
) 33 MA=1,KAMSA
)MA+KDESA
) (KR,MR)=0
) (MA,EQ,KR) GA(KR,MR)=1
)NTINJE
    
```

ÜÇÜNCÜ VERİ KARTININ OKUTULMASI

BJ KARTTA AMAC DENKLEMLERİNİN SAĞ TARAF DEĞERLERİ VARDIR

```

EAD(1,110,END=888,ERR=999)(GY(MA),MA=1,KAMSA)
)AR=0
)AR=1
)S=-1
    
```

VERİ MATRİSİ VE İLK TABLONUN YAZDIRILMASI

ALL İTEYAZ(İS,1,A)

DEĞERLERİN SIFIRLANMASI

```

) 44 LA=1,KONSA
) 55 MA=1,KAMSA
)S(MA,LA)=0
) 65 JA=1,LSJT
)J(LA,JA)=0
)NTINJE
    
```

DÖRÜNCÜ VERİ KARTININ OKUTULMASI

KARTLARDA ERİŞİM FONKSIYONUNUN HER TERİMİ İÇİN BİR KART OKUTTURULUR

```

) 77 LE=1,KETSA
EAD(1,120,END=888,ERR=999) NONCE,NSAPMA,AGIRNE
ALL GELYE(NONCE,NSAPMA,AGIRNE)
)NTINJE
ROSA=PROSA+1
RITE(3,130)PROSA
)AC=0
)JP=0
)SAT=0
)AS=0
)F(LSAT,EQ,KONSA) GO TO 1004
)SAT=LSAT+1
)ALL HESIN(0)
)ALL ASAS(KO,KJ)
)AS=KAS+1
)F(KAS,GE,IMAX) GO TO 1005
)F(KO,LE,U) GO TO 1002
)ALL YETAHE(KO,KJ)
)F(KAR,EQ,1) CALL İTEYAZ(İS,1,A)
    
```

```
GO TO 1001
1005 WRITE(3,170)IMAX
GO TO 1
868 WRITE(3,140)
GO TO 500
999 WRITE(3,150)
GO TO 500
9000 WRITE(3,160)
100 FORMAT(5I5)
110 FORMAT(8F10.0)
120 FORMAT(2I5,F10.0)
130 FORMAT(1H1,////,T40,*,PROBLEM*,I3,*,BASARILI OKUMA*,//)
140 FORMAT(1H1,////,T40,*** HATALI VERI VERI KARTLARI KAYIP ***)
150 FORMAT(1H1,////,T40,*** HATALI VERI VERI KARTI OKUNAKSIZ ***)
160 FORMAT(1H1,////,T40,*** GIRDİ DEĞİŞKENİ TAHSİS EDİLEN BOYUTU
* ASİYDR ***)
170 FORMAT(1H1,////,T40,*** ALGORITMA BİTİMEDİ ***,I3,*,ITERASYONLAR*)
500 CONTINUE
RETURN
END
```



```

DO 447 MA=1,KAMSA
IF(GA(MH,KD).LE.0) GO TO 447
S=GY(MH)/GA(MH,KD)
IF(KU.EQ.0) GO TO 446
IF(S-SAL)446,444,447
444 DO 445 LA=1,KJNSA
IF(GS(MH,LA)-GS(KU,LA))447,445,446.
445 CONTINUE
446 SAL=S
KU=MM
447 CONTINUE
IF(KU.GE.1) RETURN
WRITE(7,448)
448 FORMAT(//,T40,*** PROGRAM BITMIS BASARISIZ PIVOT-HESAPLAMA *** )
RETURN
END

```

```

C C C
C ** YETAHE ** ALTPROGRAMI YENI TABLOYU HESAPLAR
C SUBROUTINE YETAHE(KD,KU)
C COMMON      GS(200,20),   GU(20,400),   GA(200,400),   GI(20,400),
*              SY(200),     GE(20),      KSUT(400,2),   KSAT(200,2),
*              KAMSA,      KJNSA,      KDESA,      LSUT,
*              LSAT,      INSW

```

```

C DO 551 I=1,2
C K=KSUT(KD,I)
C KSUT(KD,I)=KSAT(KU,I)
551 KSAT(K,I)=K
C DO 552 LA=1,KJNSA
C SAK=GS(KU,LA)
C GS(KU,LA)=GU(LA,KD)
552 GJ(LA,KD)=SAK
C SS=GA(KU,KD)
C TT=GY(KJ)
C DO 555 MA=1,KAMSA
C IF(MA.EQ.KU) GO TO 555
C XX=GA(MA,KD)/SS
C GY(MA)=FIX(GY(MA)-XX*TT)
553 DO 554 JA=1,LSUT
C IF(JA.EQ.KU) GO TO 554
C GA(MA,LA)=FIX(GA(MA,LA)-GA(KU,JA)*XX)
554 CONTINUE
555 CONTINUE
C DO 556 JA=1,LSUT
C GA(KU,JA)=FIX(GA(KU,JA)/SS)
556 DO 557 MA=1,KAMSA
C GA(MA,KD)=FIX(GA(MA,KD)/SS)
C GY(KU)=FIX(GY(KU)/SS)
C GA(KU,KD)=FIX(GY(KU)/SS)
C CALL HESIN(1)
C RETURN
C END

```

```

C C C
C ** FIX ** ALTPROGRAMI KAYAN NOKTALI DEGERLERI TASIR
C FNJCTION FIX(Z)
C AZ=ABS(Z)
C F=.001
C I=IFIX(AZ)
C TEST=AZ-I
C IF(TEST.GE.F) GO TO 99
C GO TO 95
99 TEST=TEST+F
C IF(TEST.LT.1) GO TO 299
C I=I+1
C J=FLDZAT(I)
C FIX=SIGN(Q,Z)
C RETURN
299 FIX=Z
C RETURN
C END
C C C
C ** TAKEPI ** ALTPROGRAMI KESIM PLANI TABLOSUNU DEĞİŞTİRİR
C SUBROUTINE TAKEPI(MAN)

```

```

C COMMON      GS(200,20),   GJ(20,400),   GA(200,400),   GI(20,400),
*              SY(200),     GE(20),      KSUT(400,2),   KSAT(200,2),

```

ASAU0270
 ASAU0280
 ASAU0290
 ASAU0300
 ASAU0310
 ASAU0320
 ASAU0330
 ASAU0340
 ASAU0350
 ASAU0360
 ASAU0370
 ASAU0380
 ASAU0390
 ASAU0400
 ASAU0410
 ASAU0420
 YET0010
 YET0020
 YET0030
 YET0040
 YET0050
 YET0060
 YET0070
 YET0080
 YET0090
 YET0100
 YET0110
 YET0120
 YET0130
 YET0140
 YET0150
 YET0160
 YET0170
 YET0180
 YET0190
 YET0200
 YET0210
 YET0220
 YET0230
 YET0240
 YET0250
 YET0260
 YET0270
 YET0280
 YET0290
 YET0300
 YET0310
 YET0320
 YET0330
 YET0340
 YET0350
 YET0360
 YET0370
 YET0380
 FIX0010
 FIX0020
 FIX0030
 FIX0040
 FIX0050
 FIX0060
 FIX0070
 FIX0080
 FIX0090
 FIX0100
 FIX0110
 FIX0120
 FIX0130
 FIX0140
 FIX0150
 FIX0160
 FIX0170
 FIX0180
 FIX0190
 TAK0010
 TAK0020
 TAK0030
 TAK0040
 TAK0050
 TAK0060


```

IF(NAR.EQ.0) GO TO 671
MAN=1
KAMSA=KAMSA+1
DJ 654 JA=1,LSUT
PP=GA(VAR,JA)
KK=PP
Bb=Kk
IF(FIX(PP_BB))661,662,663
661 GA(KAMSA,JA)=1.+PP_BB
GO TO 664
662 GA(KAMSA,JA)=J
GO TO 664
663 GA(KAMSA,JA)=PP_BB
664 CONTINUE
PP=GY(VAR)
KK=PP
BB=Kk
IF(FIX(PP_BB))665,672,666
665 GY(KAMSA)=1.+PP_BB
GO TO 667
666 GY(KAMSA)=PP_BB
667 LSUT=LSUT+1
DJ 658 MA=1,KAMSA
GA(MA,LSUT)=0
GA(KAMSA,LSUT)=1
DJ 659 LA=1,KAMSA
GU(LA,LSUT)=0
669 GS(KAMSA,LA)=J
GS(KAMSA,1)=1
KSAT(KAMSA,1)=4
KSAT(KAMSA,2)=KAMSA
KSUT(LSUT,1)=3
KSUT(LSUT,2)=KAMSA
GO TO 674
670 WRITE(7,675)
GO TO 673
671 WRITE(7,676)
GO TO 673
672 KAMSA=KAMSA-1
WRITE(7,677)
673 WRITE(7,678)
N=0
CALL SONYAZ(N,N)
MAN=J
RETURN
674 FORMAT(//,T40,'TAKEPI BASARISIZ BOYUT ASILMIS*')
675 FORMAT(//,T40,'TAKEPI BASARISIZ UYGUNSUZ YOL*')
676 FORMAT(//,T40,'TAKEPI BASARISIZ ANORMAL DEGER*')
677 FORMAT(//,T40,'BASARISIZ ZAMANLARDAKI DEBERLER*')
678 END

```

```

C
C  ** ALCOTE **  ALTPROGRAMI ALTERNATIF COZUM TESTIDIR,COZULMUS TABLO
C  KONTROL EDER
C

```

```

C  SUBROUTINE ALCOTE(KUP,KAC)

```

```

C  COMMON      GS(200,20),    GU(20,400),    GA(200,400),    GI(20,400),
*              JY(200),      GE(20),        KSUT(400,2),    KSAT(200,2),
*              KAMSA,        KDNESA,       KDESA,        LSUT,
*              LSAT,        INSW
C

```

```

C  DD 704 JA=1,LSUT
DD 701 LA=1,KDNESA
701 IF(GI(LA,JA).NE.0) GO TO 704
CONTINUE
DD 703 MA=1,KAMSA
IF(GA(MA,JA).LE.0) GO TO 703
IF(GY(MA).LE.0) GO TO 703
702 CALL YETAHE(JA,MA)
DD 705 JJ=1,KAMSA
IF(GY(JJ).LT.0) GO TO 706
705 CONTINUE
CALL KOCOTAINAR)
IF(NAR.EQ.0) CALL SONYAZ(KUP,KAC)
706 CALL YETAHE(JA,MA)
CONTINUE

```

```

TAK00120
TAK00130
TAK00140
TAK00150
TAK00160
TAK00170
TAK00180
TAK00190
TAK00200
TAK00210
TAK00220
TAK00230
TAK00240
TAK00250
TAK00260
TAK00270
TAK00280
TAK00290
TAK00300
TAK00310
TAK00320
TAK00330
TAK00340
TAK00350
TAK00360
TAK00370
TAK00380
TAK00390
TAK00400
TAK00410
TAK00420
TAK00430
TAK00440
TAK00450
TAK00460
TAK00470
TAK00480
TAK00490
TAK00500
TAK00510
TAK00520
TAK00530
TAK00540
TAK00550
TAK00560
TAK00570
TAK00580
TAK00590
TAK00600
TAK00610
ALC00010
ALC00020
ALC00030
ALC00040
ALC00050
ALC00060
ALC00070
ALC00080
ALC00090
ALC00100
ALC00110
ALC00120
ALC00130
ALC00140
ALC00150
ALC00160
ALC00170
ALC00180
ALC00190
ALC00200
ALC00210
ALC00220
ALC00230
ALC00240
ALC00250

```



```

END
C  ** ITEYAZ **  ALTPROGRAMI HER ITERASYONU VE VERI MATRISINI YAZAR
C  SUBROUTINE ITEYAZ(IS,ND,A)
C  COMMON      SS(200,20),   GU(20,400),  GA(200,400),  GI(20,400),
*              SY(200),     GE(20),      KSUT(400,2),  KSAT(200,2),
*              KAMSA,      KDNSA,      KDESA,      LSUT,
*              LSAT,       INSW
C
C  INTEGER A(4)
C  IF(ND.EQ.1) WRITE(7,2222)
C  IF(ND.EQ.1) THEN
WRITE(7,2222)
PRINT 2222,
END IF
IS=IS+1
ISAK=LSUT
WRITE(7,3333)IS
PRINT 3333,IS
WRITE(7,4444)
DJ 1111 I=1,KAMSA
PRINT 5555, A(KSAT(I,1)),KSAT(I,2),GY(I)
1111 WRITE(7,5555) A(KSAT(I,1)),KSAT(I,2),GY(I)
PRINT 4444,
LSUT=ISAK
2222 FORMAT(1H1,/,T4),*VERI MATRISI*)
3333 FORMAT(//,2X,*ITERASYON SAYISI=*,I3)
4444 FORMAT(//,T25,*TEMEL DEGISKENLER*,T45,*SAG TARAF DEGERLERI*)
5555 FORMAT(I30,I4I,I3,T40,I11.0)
RETURN
END

```

```

IT00010
IT00020
IT00030
IT00040
IT00050
IT00060
IT00070
IT00080
IT00090
IT00100
IT00110
IT00120
IT00130
IT00140
IT00150
IT00160
IT00170
IT00180
IT00190
IT00200
IT00210
IT00220
IT00230
IT00240
IT00250
IT00260
IT00270
IT00280
IT00290
IT00300
IT00310
IT00320
IT00330

```

INDIS

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

4 BYCELIX

D. 0.0000
C. 0.0000
0. 0.0000

130 KAZAR DESK.

D. 0.0000
C. 0.0000
0. 0.0000

62 PZ SAPMA

D. 0.0000
C. 0.0000
0. 0.0000

02 NFG.

D. 0.0000
C. 0.0000
0. 0.0000

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

1052

116

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130

22
25
27
30
32
35
38
40
43
46
49
52
55
58
61
64
67
70
73
76
79
82
85
88
91
94
97
100
103
106
109
112
115
118
121
124
127
130

00
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

00
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

MERAPM0 2 BESINCI PROBLEMIN ÇÖZÜMÜ
 ITERASYON SAYISI=98

INDIS	7 ÜNCELİK	150 KARAR DEĞ.	51 PZ. S.AP.	61 NEG. S.AP.
1	0.0000	39.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	40.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
32	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
33	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
34	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
36	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
37	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
41	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
43	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
44	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
45	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
46	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
48	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
49	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
51	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
52	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
53	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
54	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
55	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
56	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
57	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
58	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
59	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
61	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
62	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
63	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
64	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
65	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
66	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
68	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
69	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
72	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
73	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
74	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
76	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
77	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
78	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
79	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
82	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
83	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
84	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
85	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
86	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
87	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
88	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
89	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
91	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
92	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
93	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
94	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
95	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
96	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
97	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
98	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
99	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

