

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TOPRAK KORUMA VE ODUN ÜRETİMİ FONKSİYONLARININ DOĞRUSAL

PROGRAMLAMA İLE MODELLENMESİ

(KARANLIKDERE PLANLAMA BİRİMİ ÖRNEĞİ)

139194

Orm. Müh. Uzay KARAHALİL

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Yüksek Mühendisi”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12.08.2003
Tezin Savunma Tarihi : 28.08.2003**

139194

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Selahattin KÖSE

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Trabzon 2003

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

"Toprak Koruma ve Odun Üretimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama İle Modellenmesi (Karanlıkdere Planlama Birimi Örneği)" adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan, araştırma konusunun seçiminden çalışmanın sonuçlandırılmasına kadar her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden sık sık yararlandığım ve her konuda kendime örnek aldığım, bana ormancılığın felsefesini aşıl原因an sayın hocam Prof. Dr. Selahattin KÖSE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli görüş ve önerileriyle çalışmamı yönlendiren, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT'e, teşekkürlerimi sunmayı bir görev sayarım.

Çalışmam sırasında göstermiş oldukları yakın ilgiden dolayı Yard. Doç Dr. Lokman ALTUN'a, ve Orm. Yük. Müh. Murat BAKKALOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Anabilim Dalı ve mesai arkadaşlarım; başta Araş. Gör. Sedat KELEŞ olmak üzere, bana tecrübelerini aktaran, matrislerin oluşturulmasında Araş. Gör. Dr. Mehmet MISIR'a, verilerin meşcere parametreleriyle ilişkiye getirilmesinde Araş. Gör. Dr. Nuray MISIR'a, CBS konusunda Araş. Gör. Turan SÖNMEZ, Araş. Gör. H. Ahmet YOLASIĞMAZ, Araş. Gör. Günay ÇAKIR Araş. Gör. Fatih SİVRİKAYA'ya ve ayrıca tezin çeşitli aşamalarında yardımlarını gördüğüm Araş. Gör. Oytun Emre SAKICI, Araş. Gör. İlker ERCANLI, Araş. Gör. Ali İhsan KADIOĞULLARI ve Araş. Gör. Tarık GEDİK'e teşekkür ederim.

Uzay KARAHALİL

Trabzon 2003

ÖZET

Orman ekosisteminin devamlılığını, sağlığını ve stabilitesini sağlamak kaydıyla, toplumun ormanlardan olan tüm ihtiyaçlarını en uygun şekilde karşılamak ve ormanın zaman ve mekan içerisinde kontrol altına alınmasını sağlamak orman amenajmanının özünü oluşturmaktadır. Klasik formüller yaklaşımla hazırlanan orman amenajman planları, orman ekosisteminin dinamiğini ortaya koyamamakta, çok amaçlı planlamaya cevap verememekte, ayrıca alternatifler ve optimal çözümler sunamamaktadır.

Belirtilen sorunlara çözüm sunmak amacıyla hazırlanan bu çalışmada, çalışma alanı olarak seçilen Gümüşhane Karanlıkdere planlama birimi için, ormanların topluma sunmuş olduğu başlıca orman fonksiyonlarından, toprak koruma ve odun üretimi esas alınmış ve bu değerler sayısal olarak ortaya konmuştur. Toprak koruma ve odun üretimi içerikli çok amaçlı planlama yaklaşımı baz alınarak, söz konusu araştırma alanında faydalanmanın düzenlenmesi doğrusal programlama ile modellenmiş ve LINDO yazılımı ile çözülmüştür.

Çalışmada, plan yörüngesi 100 yıl alınarak stratejik bir karar verme modeli geliştirilmiştir. Odun üretimi ve odun üretiminden elde edilen Net Bugünkü Değerin (NBD) eniyilenmesi, toprak kaybı ve toprak kaybı ile oluşan NBD'nin minimize edilmesini amaçlayan toplam 12 adet alternatif planlama stratejileri geliştirilmiştir. Planlama birimi bütün olarak ele alınmış, ana öge olarak meşcere tipi yerine meşcereler esas alınarak, meşcerelerin kısmi konumsal özellikleri planlamaya dahil edilmiştir. Farklı gelişme çağlarında ve yetiştirme ortamlarında bulunan çok sayıda meşcere tiplerinin oluşturduğu orman alanının zamana göre çeşitli özelliklerinin değişimi (orman dinamiği) model çıktıları yardımıyla kavranmaya çalışılmıştır.

Orman işletmelerinin uzun süreli ve çok amaçlı olarak planlanmasında, artık sayısal verileri temel alan yöneylem araştırması yöntemleri kullanılmalıdır. Çok amaçlı stratejik bir planlama ile ulusal ormancılık amaçlarına ulaşmak, gelecek nesillerin ihtiyaç duyacağı mal ve hizmetleri sürekli üretmek mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Orman Amenajmanı, Çok Amaçlı Planlama, Eta Kestirimi, Orman Fonksiyonları, Toprak Koruma Fonksiyonu, Doğrusal Programlama

SUMMARY

Modeling Soil Conservation and Timber Production Values Using Linear Programming

Forest management is the control of the evolving temporal and spatial pattern of forest landscape so that the desired quantities of economic, ecological and social values are available. Forest management plans, prepared according to conventional approach couldn't take into consideration forest ecosystem dynamics and offer alternatives or optimal solutions.

Soil conservation and wood production values were digitized for Gümüşhane Karanlıkdere planning unit to find solutions to problems that are stated. Soil protection integrated forest management model was developed, modeled with linear programming and solved by LINDO.

The planning horizon determined as 100 years. 12 alternative planning strategies are developed to maximize wood production, Net Present Value (NPV) obtained from wood production, minimize soil loss and NPV obtained from soil loss. Planning unit considered as a whole and strategies were developed on the basis of stands thus, spatial features of stands partly integrated into planning process.

Changes different characteristics in forest landscape that is formed by many stands which are in different development class and sites, tried to comprehend by the help of model outputs according to time for understanding the forest ecosystem dynamics.

The multiple objective planning approach and operations research techniques should seriously be considered during the preparation of forest management plans.

Key Words: Forest Management Planning, Multiple Objective Planning, Harvest Scheduling, Forest Values, Soil Conservation Value, Linear Programming

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Orman fonksiyonlarının sınıflandırılması.....	7
Şekil 2. Çalışma alanının genel görünümü.....	22
Şekil 3. Çalışma alanının sayısal arazi modeli.....	23
Şekil 4. Çalışma alanı meşcere tipleri haritası.....	24
Şekil 5. Çalışma alanındaki meşcerelerin yaş sınıflarına dağılımı.....	26
Şekil 6. Çeşitli stratejilere göre toplam etanın planlama süresi boyunca değişimi.....	54
Şekil 7. Çeşitli stratejilere göre odun üretiminden elde edilen net bugünkü değer planlama süresi boyunca değişimi.....	55
Şekil 8. Çeşitli stratejilere göre toprak kaybının planlama süresi boyunca değişimi.....	56
Şekil 9. Çeşitli stratejilere göre toprak kaybı sonucu meydana gelen net bugünkü değer planlama süresi boyunca değişimi.....	57
Şekil 10. Çeşitli stratejilere göre gençleştirme etasının planlama süresi boyunca değişimi	58
Şekil 11. Çeşitli stratejilere göre bakım etasının planlama süresi boyunca değişimi.....	59
Şekil 12. Çeşitli stratejilere göre gençleştirme alanının planlama süresi boyunca değişimi	59
Şekil 13. Çeşitli stratejilere göre ağaçlandırma alanının planlama süresi boyunca değişimi	60
Şekil 14. Çeşitli stratejilere göre periyodik faydalanma alanının planlama süresi boyunca değişimi.....	61
Şekil 15. Periyotlara göre toplam odun üretiminden elde edilen net bugünkü değer değerleri.....	61
Şekil 16. Periyotlara göre toplam eta miktarları.....	62
Şekil 17. Periyotlara göre toplam toprak kaybı miktarları.....	63
Şekil 18. Periyotlara göre toprak kaybı sonucu meydana gelen toplam net bugünkü değer miktarları.....	63
Şekil 19. Periyotlara göre toplam gençleştirme etası miktarları.....	64
Şekil 20. Periyotlara göre toplam bakım etası miktarları.....	64
Şekil 21. Periyotlara göre toplam gençleştirme alanı miktarları.....	65
Şekil 22. Periyotlara göre periyodik faydalanma alanı miktarları.....	65
Şekil 23. Periyotlara göre ağaçlandırma alanı miktarları.....	66
Şekil 24. Planlama stratejilerine göre ENBD'nin periyotlara göre değişimi.....	67
Şekil 25. Planlama stratejilerine göre toplam etanın periyotlara göre değişimi.....	67

Şekil 26. Planlama stratejilerine göre TNBD'nin periyotlara göre değişimi	68
Şekil 27. Planlama stratejilerine göre toprak kaybı miktarının periyotlara göre değişimi ..	68
Şekil 28. Planlama stratejilerine göre gençleştirme etası miktarlarının periyotlara göre değişimi	69
Şekil 29. Planlama stratejilerine göre bakım etası miktarlarının periyotlara göre değişimi.....	70
Şekil 30. Planlama stratejilere göre gençleştirme alanlarının periyotlara göre değişimi ...	70
Şekil 31. Planlama stratejilerine göre ağaçlandırma alanlarının periyotlara göre değişimi.....	71
Şekil 32. Planlama stratejilerine göre periyodik faydalanma alanlarının periyotlara göre değişimi.....	72



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünyanın belli başlı akarsuları ile denizlere taşınan toprak miktarı.....	9
Tablo 2. Başlıca akarsularımızla deniz ve göllere taşınan toprak miktarı.....	10
Tablo 3. Kıtalara göre yıllık ortalama taşınan toprak miktarı.....	10
Tablo 4. Türkiye’de erozyon dereceleri ve dağılımı.....	11
Tablo 5. Türkiye’de değişik eğim sınıflarına giren alanlar.....	11
Tablo 6. Kullanım yeteneği yönünden Türkiye toprakları.....	12
Tablo 7. Türkiye’de bitkisel üretimde kullanılan arazinin kabiliyet sınıflarına dağılımı.....	13
Tablo 8. 1971 ve 1984 amenajman planlarına göre alan dağılışı.....	24
Tablo 9. Çalışma alanının CBS’ye göre arazi kullanımı.....	24
Tablo 10. Çalışma alanının eğim gruplarına dağılımı.....	25
Tablo 11. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşçeresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden hasılat matrisi değerleri.....	31
Tablo 12. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşçeresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden göğüs yüzeyi matrisi değerleri.....	34
Tablo 13. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşçeresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden toprak kaybı matrisi değerleri.....	36
Tablo 14. 2002 yılı için ürün çeşitlerine göre net gelir.....	37
Tablo 15. 2002 yılı için hektar başına çeşitli giderler.....	38
Tablo 16. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşçeresinin odun üretimi net bugünkü değer hesabı.....	41
Tablo 17. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşçeresinin toprak kaybı bugünkü net değer hesabı.....	42
Tablo 18. Stratejilerin amaç ve kısıtları.....	47
Tablo 19. Klasik plan sonuçları.....	50
Tablo 20. Klasik plan için periyotlara göre odun üretiminden elde edilen net bugünkü değer miktarları.....	51
Tablo 21. OT’li alanlar için çeşitli stratejilere göre model çıktılarının sayısal gösterimi	52
Tablo 22. OT’siz alanlar için çeşitli stratejilere göre model çıktılarının sayısal gösterimi.....	53

SEMBOLLER DİZİNİ

- AGM : Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel M¼d¼rl¼g¼
- AOKP: Akdeniz Orman Kullanım Projesi
- APK : Orman Genel M¼d¼rl¼g¼ Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı
- CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
- DPT : Devlet Planlama Teşkilatı
- G : Meşcere G¼g¼s Y¼zeyi (m²/ha.)
- Ha : Hektar
- NBD : Net Bug¼nk¼ Değer
- OAE : Ormancılık Araştırma Enstit¼s¼
- OGM : Orman Genel M¼d¼rl¼g¼
- OİM : Orman İşletme M¼d¼rl¼g¼
- OİŞ : Orman İşletme Şefliği
- OT : Ağaçsız Orman Toprağı
- SKO : Su Kenarı Ormanları
- V : Meşcere Hacmi (m³/ha.)
- WWF : D¼nya Yaban Hayatı Örg¼t¼

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünya alanının yaklaşık % 30'unu (39 milyon km²) oluşturan ormanlar, mevcut biyoçeşitliliğin ise % 80'ini barındırmaktadır. Hızlı nüfus artışı ve ormansızlaşma sonucu, orman alanlarının 2025 yılına kadar % 25 oranında azalacağı tahmin edilmektedir (URL-1, 2003).

Son yıllarda insanların dünya ormanları üzerindeki etkisinin ölçeği ve şiddeti artmıştır. Artan bu etki sonucunda ise ormansızlaşma giderek hızlanmakta ve genişlemektedir. Kalan orman alanlarının da sağlığı ve kalitesi süratle bozulmaktadır. Uzaydan bile görülebilen devasa yangınlar geniş arazileri yok etmekte ve milyonlarca insanı etkilemektedir. Endüstrilerin neden olduğu, hava kirliliği ve bunun sonucunda da sera etkisinin artması, ormanlar için daha da büyük tehlike yaratan iklim değişikliklerini gündeme getirmektedir.

Artan ihtiyaçların düzensiz ve plansız bir şekilde sağlanması, erozyonla toprakların kaybolması, çevre kirlenmesi, doğal hayatın kaybolması, ormanların sağlık durumlarının bozulması ve uzun vadede ekosistem sürecinin sürekliliğinin sağlanamaması gibi pek çok sorunları da beraberinde getirmiştir. Sınırsız ve bol sanılan ormanların "tükenen kaynaklardan" olduğu anlaşılınca, düzenli yararlanma ve yararlanmayı belli sınırlarda tutma gereği duyulmuştur.

Bunun sonucu olarak da, ormanlardan yararlanmanın belli bir düzen altına alınmasını, toplumun orman ürünleri gereksiniminin sürekli bir şekilde karşılanması ve ormanların kendi bünyeleri ile sunduğu fonksiyonlardan toplumu sürekli olarak faydalandırmayı gerçekleştirme düşüncesinden diğer ormancılık bilimleri ile birlikte orman amenajmanı doğmuştur.

Çok geniş alanlarda etkinlik gösteren ve çok uzun bir üretim süresine sahip olan ormancılık, yine hiçbir şekilde görülmeyecek kadar planlı olmak zorundadır (Eraslan, 1982). Bu şekilde uzun bir zaman boyutunda ve geniş alanlarda işlevlerini sürdüren ve doğaya açık, karmaşık bir sistem yapısı gösteren orman işletmelerinin planlanması görevini "Orman Amenajmanı" disiplini üstlenmiştir (Köse, 1985). Orman Amenajmanı, ormancılık etkinliklerinde, düzenleyici (planlayıcı), dengeleyici orman-ekosistem

kurucusu, başka bir ifade ile biyolojik üretimi düzenleyici, güvenilirliği ve yararlanmada sürekliliği sağlayıcı bir etkinlikler bütününe ortaya koyan ormancılık bilim dalıdır (Kapucu, 2002).

Ormancılık politikası, toplumun yaşam koşullarını iyileştirmek ve ulusal ekonominin gelişmesini sağlamak için, ormancılığın ana amaçlarını ve görevlerini belli eder. Ormancılık politikası, ormancılığın amaçlarını ve görevlerini saptamakta, orman amenajmanı da bu amaçlara erişmek için orman işletmelerini planlamaktadır (Eraslan, 1982).

Bir orman amenajman planı ise, gelecekte ulaşılması istenilen hedeflere ne zaman, hangi araçlarla, kimlerin yardımı ile, nasıl ve hangi maliyetler ile ulaşılacağını belirten bir kararlar dizisidir. Geçmiş geleceğe bağlayan bir köprü olarak kabul edilen planlamanın ana görevi, işletme etkinliklerini, gelecek dönemlerde erişilmesi hedeflenen amaçlara uygun biçimde düzenlemektir (Köse, 1986).

Dünya'da ormanların planlanmasında dört sürecin yaşandığı herkesçe kabul görmektedir. 18. yüzyıla kadar varolan ormanların korunmasına yönelik planlama yapılmıştır. 18. yüzyılda başlayan ve 19. yy da doruğa ulaşan ormanlardan en fazla ürün alınmasına yönelik planlama anlayışı, 1960 yılında yerini çok yönlü yararlanmaya bırakmıştır (Köse vd., 2001). Toplumun ormanlardan beklentileri, gelişen teknoloji ve biriken ormancılık bilgisi; ormanlardan faydalanmayı en uygun bir düzeye ulaştırmış, günümüzün ormancı ve araştırmacılarını doğanın özüne doğru yönelmeye itmiştir. İlerleyen ormancılık bilimiyle birlikte çevreci grupların da çalışmasıyla 1990'larda ekosistemi koruma ve biyolojik çeşitliliği sağlama konularında toplumda bir hareketlenme başlamıştır. Böylece doğa ilkeleri dahilinde özellikle Kuzey Amerika'da ekosistem amenajmanı konusu gündeme gelmiştir. Son on yıldır dünya ekosistem planlamaya geçmiş bulunmaktadır (Başkent, 1995).

Ülkemizde ilk olarak kalkınma planlarının hazırlanmasıyla başlayan orman amenajman plan yapım süreci, günümüze dek daha önceden uygulamaya konmuş amenajman planları yapım yönetmeliği esaslarına göre yapılmaktadır. 1963 yılından beri 10 veya 20 yıllık periyotlarla düzenlenen amenajman planları, sırasıyla; "Klasik Planlama", "Akdeniz Orman Kullanım Projesi" (AOKP), "Batı Karadeniz Yapraklı Tür Projesi" ve "Fonksiyonel Plan" olmak üzere dört farklı aşama kaydetmiştir (Asan, 1999).

Ülkemizde, model plan anlamında düzenlenen ilk amenajman planı, Gazipaşa (1978-1982) İşletme Amenajman Planıdır. İkinci model plan ise aynı ilkeler gözetilerek

hazırlanan Mut (1980-1984) İşletme Amenajman Planıdır. Her iki plan da Akdeniz Orman Kullanım Projesi çerçevesinde düzenlenmiştir. Gazipaşa ve Mut planlarının benzer örnekleri Denizli-Eskere ve Adana-Karaisalı Orman İşletmelerine ait amenajman planlarıdır. Bu planlarda işletme sınıfı ayrımı, ağaç türü ve bonitet sınıfları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Planlarda işletme sınıflarının ara ve son hasılat etaları simülasyon tekniği yardımıyla 100 yıllık bir dönem için hesaplanmıştır (Soykan, 1984; Gül, 1995; Mısır, 2001).

Planlama tekniği ve öngörülen işletme yoğunluğu dikkate alındığında, Gazipaşa ve Mut modellerinin tam anlamıyla plantasyon ormancılığına uygun örnekler olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, bu tür planların, temel ilke olarak hızlı gelişen türler ve makinalı çalışmaya uygun verim gücü yüksek yetişme ortamları için düzenlenmeleri gerektiğinden AOKP olarak anılan bu sistem, ülkemizde beklenen etkinliği gösterememiştir. 1970'li yıllarda uygulamaya konan AOKP, 20 yıllık dönem sonrasında uygulamadan kaldırılmıştır (Köse vd., 2001).

Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki ormanların amenajman planlarının yenilenmesi gündeme geldiğinde, yapraklı ormanların gençleştirilmesinde silvikültürel başarısızlıklar tartışma konusu olmuştur. Bu sorunun çözümüne yönelik Almanya ile ortak bir proje yapılması planlanmıştır. Türk-Alman Ormancılık Projesi olarak adlandırılan ve Eylül 1988'de yürürlüğü giren bu proje kapsamında çeşitli eğitim seminerleri de düzenlenmiştir (OGM, 1989). Yapraklı ormanlar için düzenlenen amenajman planlarında işletme amacı verilmediği, yetişme ortamı envanteri yapılmadığı, mevcut amenajman planlarının aktüel kuruluşu ortaya koymadığı, optimal kuruluşu ortaya koymak için kayın ve diğer hasılat tablolarının olmadığı, silvikültür planlarının zamanında ve sağlıklı olarak yapılmadığı, gençleştirme alanları miktarının işletme şefinin işgücü kapasitesinin üzerinde olduğu, 300x300 m aralıklı örnekleme alımının çok kaba bilgi vermesi gibi çeşitli gerekçeler gösterilerek amenajman planlama sisteminin değiştirilmesi kabul edilmiştir.

Münferit Plan, Model Plan, Alman Modeli olarak da isimlendirilen bu planlama modelinde, planlama birimlerinin küçültülmesi, entansif orman envanterinin ve özellikle yetişme ortamı envanterinin yapılması, silvikültür planının hazırlanması, teknik elemanların sürekli görev yapmalarının sağlanması benimsenmiş, belirlenen bazı alanların "devamlı orman" olarak ayrılması sağlanmıştır. Bu planlarda altlık olarak 1/10000 ölçekli eşyüksekti eğrili haritalar kullanılmıştır. Meşcere tipi ayrımı amacıyla yapılan işlemler ise, klasik planlarla benzerlik göstermektedir. Ancak, ayrılan bu meşcere tiplerinin

simgelenmesi ve envanter birimi olarak ele alınmış şekli klasik planlardan oldukça farklıdır. Bölmecek bazında planlama olarak da bilinen bu planlarda; her meşcerenin gelecekte nereye götürüleceğinin tek tek bilinmesi gerekmektedir (Köse vd., 2002).

Karadeniz Bölgesinde beş Orman Bölge Müdürlüğünde (Zonguldak, Bolu, Sinop, Kastamonu, Trabzon) 107 adet münferit amenajman planı uygulanmaktadır. On yıllık uygulama süresince, münferit plan yapımında devamlı değişiklikler yapılmış, başlangıçta önerilen model plandan sapmalar meydana gelmiştir. Münferit planlarda önerilen devamlı ormanlarda sürdürülebilirlik ilkesini sağlamada sorunlar yaşanmaktadır. Bunun nedeni ise, küçük alanlarda yapılması gereken grup gençleştirmelerinde başarı sağlanamamasıdır. Altyapının yeterli olmadığı ve sosyal baskının hissedildiği alanlardaki ormanların entansif işletmeciliğe açılmasıyla ormanların yapı ve kuruluşu bozulmaya başlamıştır. Silvikültürel işlem birimlerinin fonksiyonel ayırma uygun olmasına karşın, amaçların ormanların fonksiyonlarına paralel olarak belirlenmediği, uzun vadeli ete kestiriminin yapılmadığı ve dolayısıyla ormanların sürdürülebilirliği ilkesinde kuşkular ortaya çıktığı belirlenmiştir. Optimal kuruluşun saptanmadığı ve etaya karar vermenin tartışılmadığı münferit planlar, silvikültür planı niteliğini aşmamıştır (Köse vd., 2002).

1998 yılında ise OGM ile Finlandiya'dan Enso Forest Development Ltd. arasında yapılan sözleşme ile ormanların yeni bir yaklaşımla planlanmasına yönelik bir proje başlatılmıştır. FRIS adı verilen bu pilot projenin uygulama süresi 3 yıl ile sınırlanmıştır. Projenin esası; orman amenajman planlarının yapılmasında teknolojiyen en üst seviyede faydalanmak, diğer ormancılık faaliyetleri ile orman amenajman planlarının uygunluğunu, özetle bütün ormancılık iş ve işlemlerinin birbirleriyle ve gerekli olduğunda diğer sektörlerle uyumunu sağlamaktır (Temerit, 1999).

FRIS özellikle coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarını, veri tabanı tasarımını ormancılık sektöründe kullanıma açmıştır. Uzaktan algılama çalışmalarında da sayısal hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kadastral ölçümler total station aletiyle GPS ve uydu teknolojisi kullanılarak hassas gerçekleştirilmiştir. Böylelikle orman sınır noktaları hem hassas hem de bilgisayar ortamına rahatlıkla aktarılmıştır. Arazi ölçüm hassasiyeti ± 5 cm.'ye kadar düşürülmüştür. Amenajman planlarında kullanılan haritalar sayısal olarak bilgisayar ortamında üretilmektedir. Özellikle topoğrafik haritaların ve uzaktan algılama verilerinin sayısal hale dönüşümleri yapılmaktadır. Örnekleme alanlarının yerleri GPS aletiyle koordinat sisteminde belirlenmiş, yeni envanter sırasında aynı noktayı bulmak kolaylaşmaktadır. On yıl sonra yapılacak olan envanter çalışmaları

sonucunda elde edilen verilerle kurulan simülasyon modeli ile değerlendirilmektedir. Arazide alınan envanter bilgileri doğrudan bilgisayar ortamına aktarılmakta, bu sayede bölgeler arası veri aktarımı çok hızlı ve kolaylıkla gerçekleştirilmektedir (Köse vd., 2002).

Genel anlamda orman amenajmanı, ormanların geleceği hakkında kararları etkileyen biyolojik, sosyal, ekonomik ve diğer faktörlerin tümünü bütünleştirme gibi zor ve karmaşık bir görevi üstlenmektedir. Orman ekosisteminin devamlılığını, sağlığını ve stabilitesini sağlamak kaydıyla, toplumun ormandan olan her türlü ihtiyaçlarını en uygun bir şekilde karşılamak için gerekli en modern yöntem veya metodu kullanarak, ormandan en uygun yararlanma şekline karar verilerek, ormanın zaman ve mekan içerisinde kontrol altına alınması orman amenajmanının özünü oluşturmaktadır. Ülkemizde halen yapılmakta olan orman amenajman planları belli formatta üretilmekte, alternatifler üretilip içlerinden işletme amacına uygun olanı seçilmemektedir. Halbuki orman amenajmanı, alternatif üretebilme ve aralarından en uygununu seçme yani karar verme sanatıdır (Başkent, 1998).

Ormanın uygulanacak müdahaleler karşısında nasıl bir hizmet sunacağı sayısal olarak ortaya konmamakta, ağaçlandırma ve aralama gibi potansiyel verimin arttırılmasının üretim ve diğer etkinliklere olan etkileri belirlenmemektedir.

Ülkemizde yukarıda sıralanan sorunlar ancak bilimsel karar verme teknikleri ya da yöneylem araştırması kullanılarak çözülebilir.

Bu çalışma ile bilimsel karar verme teknikleri kullanılarak çok amaçlı planlamanın meşcere bazında yapılabileceğini göstermek ve uygulamaya yönelik bir model plan oluşturmak amaçlanmıştır. Araştırma alanının coğrafi veri tabanı kurulması, yöneylem araştırması kullanılarak çok amaçlı planlamanın sağlanması, meşcere bazında çalışılarak konumsal etkinin ve planların uygulanabilirliğinin de ortaya konması gerçekleştirilecektir. Ayrıca orman ekosisteminde oluşan odun üretimi ve toprak kaybı miktarlarının, temel kabul edilen bir zamandaki para karşılıkları NBD yöntemi ile hesaplanması böylece ormandan elde edilen mal ve hizmet üretimlerinin karşılaştırılabilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Fonksiyonel ve Çok Amaçlı Planlama

Dünyada hızla artan nüfus, şehirleşme, tüketim alışkanlıkları doğal kaynakların bilinçsizce kullanımını doğurmuştur. Toprak ve su kaynakları kirletilmiş, erozyon, sel taşkın, çığ, asit yağmurları ve sera etkisi, yeryüzündeki canlı hayatı ve onun yaşam ortamını tehdit eder hale gelmiştir (Konukçu, 2001). Bu koşullar altındaki ormancılığın en

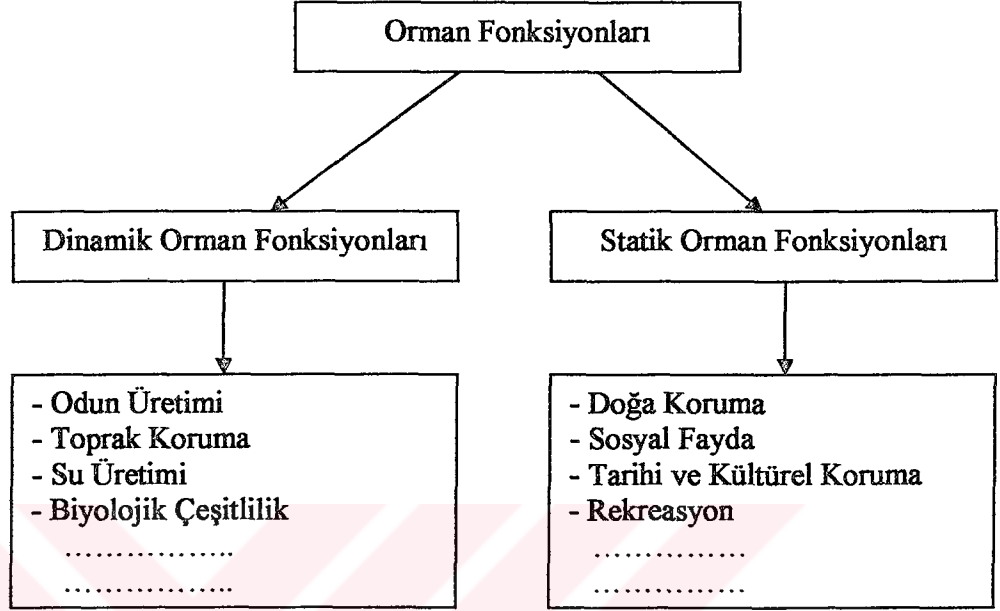
önemli sorunlarından biri; ormanların sağladığı mal ve hizmet değerlerinin orman ekosistem dengesinin korunarak planlı ve sistemli olarak topluma sunulmasıdır. Oysa, dünyadaki doğal orman ekosistemleri yakın tarihe kadar sadece odun üretimi amaçlı işletilmiş ve bunun doğal sonucu olarak da ekosistemin sunduğu diğer değerler korunamamış hatta bu değerlerin sürekliliği de işlenememiştir. Ancak, son on yıldır gelişen bilgi sistemleri ve karar verme teknikleriyle birlikte sürekli artan çevre ve ekosistem bilinci, ormanların bir ekosistem olarak ele alınarak planlanması gerekliliğini ortaya koymuştur. Buradan hareket ederek, ormanların işletilmesinde ekosistem dengesinin korunarak orman ekosistemlerinden çok yönlü sürdürülebilir faydalanma arzusu, ortaya atılan yeni bilimsel yaklaşım tarzları, çağdaş bilgi sistemleri ve gelişen planlama teknikleri yardımıyla bir bilimsel dayanağa oturtulmaya çalışılmaktadır. Bu hedefe ulaşmak için geleneksel planlama şekli kısmen de olsa terk edilmiş ve çok yönlü kaynak kullanımına ve hatta ekosistem planlamasına geçilmiştir (Başkent vd., 2001).

Günümüzde orman ürün ve hizmetlerine olan talebin çeşitlenmesi, aynı orman alanının aynı anda birden fazla amaca göre işletilmesini zorunlu hale getirmiştir (Asan, 1992). 1989 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nin başlattığı planlama şekli başlangıçta yeterli kamuoyu desteğini görmemiş, fakat daha sonraki yıllarda KTÜ Orman Fakültesi'nin bu planlama şekline verdiği destekle tartışılır boyut kazanmıştır. 2000'li yıllara girerken ormancılık kamuoyunda yeterince destek bulmuş ve birçok bilimsel platformda tanıtılır olmuştur. Fonksiyonel planlama ismiyle güncellik kazanan planlama şeklinin bazı amenajman heyetlerinin yaptıkları planlarda fonksiyonel ayırım şeklinde tanımlanmaktadır. Son yıllarda Fonksiyonel Planlama OGM'nin iş programlarında da yer almaktadır (Köse vd., 2001).

Orman fonksiyonu, orman ekosistemi içinde oluşan mal ve hizmetlerdir. İşletme amacı, faydalanılması düşünülen orman fonksiyonudur. Fonksiyonel planlama ise planlama birimi alanının topluma sunduğu temel fonksiyonları belirler, saptanacak amaçlara göre sürekli, verimli ve en yüksek yararlanmayı gerçekleştirir.

Kapucu (1996), orman fonksiyonlarını, tüm değişik yaklaşımların bir bileşkesi olarak üç grupta toplamıştır. Bunlar, ormanların üretim, ekolojik ve çevre işlevidir. Üretim işlevinde mal üretimi, ekolojik işlevde toprak koruma, su koruma, çığlara karşı koruma, hava kirliliğini önleme, rüzgarın olumsuz etkilerini önleme anlamındadır. Çevre işlevinde ise, toplumun sağlığı, mutluluğu, kültürü ve gelişimine sağlanan her türlü katkı anlaşılmaktadır.

Orman fonksiyonları statik ve dinamik fonksiyonlar olarak iki gruba ayrılabilir (Şekil 1) (Mısır ve Başkent, 2002).



Şekil 1. Orman fonksiyonlarının sınıflandırılması

Asan (2001), orman amenajmanı açısından bir plan ünitesindeki ormanlarda söz konusu olabilecek orman fonksiyonlarını ve bunlara dayanarak ayrılması gereken işletme sınıflarını dört ayrı grupta ele almak gerektiğini vurgulamaktadır.

1. Üretim Ormanları
2. Koruma Ormanları (Su, toprak, çığ, gürültü, sel, yol, temiz hava, iklim, yaban hayatı ve çevre koruma ormanları)
3. Korunacak Ormanlar (Doğayı koruma ormanları)
4. Toplumsal Aktivitelere Tahsis Edilen Ormanlar (Rekreasyon, av koruma, bilimsel araştırma ve ulusal savunma ormanları)

Ormanların sağladığı fayda ve fonksiyonlar arasından toplumun ihtiyaç duyduğu fonksiyonların sıralanması işletme amacını oluşturur. Planlama biriminde birkaç fonksiyon çakışabilir. Çakışan fonksiyonların amaca dönüşmesi halinde çok amaçlı yararlanma meydana gelir. Çok amaçlı yararlanma, orman ekosistemini bozmadan, iki veya daha fazla amacı gerçekleştirerek, kaynakların optimal düzeyde insanların yararlanmasına sunulmasıdır. Meslek kamuoyunda fonksiyonel planlama ile çok amaçlı yararlanma veya

planlama birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Her fonksiyonel plan çok amaçlı plan değildir, ama her çok amaçlı plan fonksiyonel plan niteliğindedir (Köse, 2001).

Fonksiyonel planlamada, orman fonksiyonlarının ortaya konması, işletme amaçlarının saptanması, fonksiyonel envanterin yapılması, çok amaçlı yararlanma, fonksiyon silvikültür ve fonksiyon eta ilişkisi çok önemlidir (Köse, 2003). Fonksiyonel planlamada öncelikle orman fonksiyonlarını tanımak ve sınıflandırmak gerekir (Asan, 2001). Yürürlükteki 6831 sayılı Orman Yasasında ormanların vasıf ve karakter bakımından muhafaza, milli park ve istihsal ormanları olarak ayrılması düşüncesi fonksiyonel ayırım gibi düşünülürse de asıl ayırım amenajman yönetmeliğinde yer bulmuştur. Bu yönetmelikte ormanların hidrolojik, erozyonu önleme, iklim düzenleme, toplum sağlığı, doğayı koruma, estetik, rekreasyon, ulusal savunma ve bilimsel fonksiyonlardan söz edilmekte, fakat fonksiyonel planlamanın nasıl yapılacağına ilişkin hükümler içermemektedir (O.G.M., 1991).

1. 3. Dünyada ve Ülkemizde Erozyon Sorunu

Çeşitli dış etmenlerin neden olduğu erozyon olayına uğrayan ve doğal bir kütle olan toprak, sahip olduğu çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile erozyonun oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Toprak erozyonu genel anlamda, toprağın su, rüzgar, dalgalar ve buzul gibi etmenlerin etkisi ile aşınması ve bir yerden diğer bir yere taşınması olayıdır (Balcı, 1996). Erozyon; meydana getirilen doğal kuvvetler bakımından su, rüzgar, nehir kıyısı, çığ ve buzul erozyonu olarak sınıflandırılabilir. Çalışmamızda su erozyonu sonucu meydana gelen toprak kaybı ele alınmaktadır. Ülkemizde rüzgar, çığ ve buzul erozyonu su erozyonunun yanında ihmal edilebilecek düzeydedir.

Dünyadaki erozyonun boyutları ve erozyon üzerinde özellikle ormanların oynadığı rol konusunda bilgi vermek amacıyla Tablo 1'de bazı nehirlerin taşıdığı toprak miktarları kısaca verilmiştir (Çepel, 1997). Çin'de Sarı Irmak ve Hindistan'da Ganj nehirleri dünyanın en çok toprak taşıyan akarsularıdır. Dünyanın en çok su taşıyan (debisi en yüksek) akarsuyu Amazon olmasına karşın, bu havza ormanlarla kaplı olduğu için, çok daha az toprak taşındığı görülmektedir. Aynı şekilde Orta Avrupa'nın Ren Nehri ile Fransa'nın Sen Nehri de, havzanın ormanlık, verimli çayırlarla kaplı ve arazi kullanımının da düzenli olmasına bağlı olarak 0.5-1.2 milyon ton/yıl gibi çok düşük miktarlarda toprak taşınmaktadır (Çepel, 1997).

Tablo 1. Dünyanın belli başlı akarsuları ile denizlere taşınan toprak miktarı

Akarsu İsmi	Yıllık Ortalama Taşınan Toprak Miktarı (milyon ton)
Sarı Irmak (Çin)	2080
Ganj (Hindistan)	1600
Brahmaputra (Bengladeş)	800
Amazon (Brezilya)	400
Missisipi (K. Amerika)	344
Nil (Mısır)	122
Kongo (Kongo, Afrika)	71
Kızılırmak (Türkiye)	44
Volga (Rusya)	21
Sen (Fransa)	1

Ülkemiz ise erozyon yönünden canlı bir “müze” ve bir “albüm” görünümündedir. Her yıl akarsularla denizlere en az 500 milyon ton verimli ülke toprağı sürüklenerek gitmektedir. Giden bu toprak, Kıbrıs Adası'nın yüzeyini yaklaşık 10 cm. kalınlığında örtbilecek bir miktarı ifade etmektedir. Ayrıca, ölçümlerde yer almayan (çünkü ölçümlerde suda yüzer haldeki kil, toz ve ince kum malzemesi tespit edilmektedir) ve “yatak yükü” olarak ifade edilen kum ve çakıl gibi ağır malzemeler ile, yine yağışlarla yamaçlardan akarak inen, ancak akarsulara kadar ulaşamayan topraklar da dikkate alındığında, ülke genelinde yerinden oynayan ve taşınan toprak malzemesinin gerçekte 500 milyon tonun çok üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerlendirmeye bağlı olarak da 1.0-1.2 milyar ton rakamlarından bahsedilmektedir. Her yıl taşınan toprak ile birlikte 8.750.000 ton bitki besin maddesinin kayba uğradığı hesaplanmıştır (Günay, 1997). Deniz ve göllerimize en çok toprak taşıyan akarsularımızın başında Fırat, Yeşilırmak ve Kızılırmak gelmektedir. En az miktarlarda taşınmanın Dalaman Çayı ve İyidere'de olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bunun nedenlerinin ise, bu akarsu havzalarının büyük ölçüde ormanlarla kaplı olmasından ileri geldiği açıktır.

Dünyada değişik kıtalarda meydana gelen aşınma ve taşınma miktarları dikkate alındığında, Türkiye'nin dünyanın en fazla toprak malzemesi taşınan ülkeleri arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, yukarıda da verilen yıllık 600 ton/km² Türkiye ortalamasını, dünya ve kıtalar ortalama değerleri ile karşılaştırsak, Türkiye'den birim alandan taşınan toprak miktarının Kuzey Amerika kıtasının yaklaşık 6 katı, Afrika'nın 22 katı fazla olduğu görülür (Tablo 3) (Çepel, 1997).

Tablo 2. Başlıca akarsularımızla deniz ve göllere taşınan toprak miktarı

Akarsu Havzası ve Ölçüm İstasyonu	Yıllık ortalama taşınan toprak (ton/km ²)	Yıllık toplam taşınan toprak (milyon ton)
Tortum	2500	2.5
Kelkit, Faklı	1977	42.9
Yeşilirmak, Çarşamba	1521	54.9
Fırat, Dutluca	1167	105.2
Dicle, Diyarbakır	1085	6.8
Kızılırmak, İnözü	923	44.9
Perisuyu, Seyitli	919	146.0
Sakarya, Botbaşı	651	8.1
Seyhan, Üçtepe	563	7.8
Karasu, Keban	525	33.5
Dalaman, Suçatı	266	0.9
İyidere, Şimşirli	219	0.5
TÜRKİYE, Ortalama	600	500

Türkiye yüzölçümü bakımından Avrupa'dan 14, Avustralya'dan 10, Afrika'dan 42 kat küçük olmasına rağmen ülkemizde hemen hemen Avrupa ve Avustralya kıtaları toplamına veya sadece Afrika kıtası toplamına eşit miktarda toprağın denizlere taşınmakta olduğu görülmektedir. Tüm dünyada taşınmakta olan miktarının % 2.5'i ülkemizde meydana gelmektedir. Oysa, ülkemiz dünya kara yüzeylerinin ancak % 0.5'ini oluşturmaktadır. Bu rakamlar dikkate alındığında ülkemizde oluşan toprak erozyonu miktarının büyüklüğü daha kolay anlaşılmaktadır.

Tablo 3. Kıtalara göre yıllık ortalama taşınan toprak miktarı

Kıtalar	Yıllık Taşınan Toprak Miktarı (milyon ton)
Asya	15910
K. Amerika	1960
G. Amerika	1200
Afrika	540
Türkiye	500
Avrupa	320
Avustralya	230

Bugün Türkiye topraklarının %7.22'sinde "hafif", %20.04'ünde "orta", %36.42'sinde "şiddetli" ve %22.32'sinde de "çok şiddetli" erozyon hüküm sürmektedir. "Hafif erozyon" olayı dikkate alınmazsa "çıplak kayalıklar" ile %0.65 oranındaki rüzgar erozyonuna maruz alanlarla birlikte, ülke topraklarının toplam %83.20'sinin erozyon olayı ve çeşitli etkileri ile karşı karşıya olduğu görülmektedir (Tablo 4) (Topraksu, 1978).

Tablo 4. Türkiye'de erozyon dereceleri ve dağılımı

Erozyon Sınıfı	Kriter	Kapladığı Alan (Hektar)	%
0	Erozyon yok, yada ihmal edilebilir derecede az	5.166.627	6.64
1	Toprağın % 0-25'i taşınmış	5.611.892	7.22
2	Üst toprağın % 25-75'i taşınmış	15.592.750	20.04
3	Üst toprağın % 75-100'ü taşınmış	28.344.933	36.42
4	Üst toprağın tamamı, alt toprağın % 25-75'i taşınmış	17.366.463	22.32
5	Üst toprağın tamamı, alt toprağın % 75'den fazlası taşınmış	506.309	0.65
Çıplak Kayalık		2.930.933	3.77

Türkiye arazisinin %19.82'sinde eğim %0-15 arasında değişmekte, eğimi %15'in üzerinde olan yerler ise ülkenin %80.18'ini meydana getirmektedir. Ayrıca eğimi %40'ın üzerinde olan yerlerin genel alana oranı da %45'i aşmaktadır. Başka bir deyişle, Türkiye'nin yarısında eğimin %40'ın üzerinde olduğu söylenebilir (Tablo 5) (Çepel, 1997).

Tablo 5. Türkiye'de değişik eğim sınıflarına giren alanlar

Eğim Sınıfı (%)	Kapladığı Alan (km ²)	Genel Alana Oranı (%)
0-1	62.428	8.14
1-3	25.105	3.31
3-8	48.361	6.30
8-15	15.938	2.07
15-40	264.862	34.40
>40	351.813	45.78

Bitki örtüsü ve arazinin kullanılma şekli ile erozyon, sel ve taşkın olayları arasındaki zincirleme etkileşim bütün dünyada öteden beri gözlenip bilinmekte, toprak ve su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi amacıyla arazinin yeteneğine uygun biçimde

kullanılması gerektiği kavranmış bulunmaktadır. "Arazi kabiliyet sınıflaması " kavramı da bu gereksinme sonucunda ortaya çıkmıştır. Arazi kullanım yetenek sınıfları bakımından Türkiye topraklarının nasıl bir dağılım gösterdiği Tablo 6'de gösterilmiştir (Topraksu, 1978).

Tablo 6. Kullanım yeteneği yönünden Türkiye toprakları

Arazi Sınıfı	Alan (ha.)	Yüzde (%)
Sınıf I	5.012.537	6.4
Sınıf II	6.758.702	8.7
Sınıf III	7.574.330	9.7
Sınıf IV	7.201.016	9.3
Sınıf V	165.547	0.2
Sınıf VI	10.238.533	13.2
Sınıf VII	3.455.513	4.5
Sınıf VIII	36.288.553	46.6
Sınıflar dışı alan	1.102.396	1.4
İşlemeye Elverişli Arazi	19.345.569	24.8
Kısıtlı İşlemeye Elverişli Arazi	7.201.016	9.3
İşlemeye Uygun Olmayan Arazi	50.148.146	64.5
Sınıflar Dışı Alan	1.102.396	1.4

Arazi kabiliyet sınıflamasının, başka bir deyişle arazinin kullanıma uygunluğunun belirlenmesinde dikkate alınan faktör ve kriterler arasında ilk sırayı erozyon almakta ve bu sorun çoğu kez sığlık, taşlılık gibi kullanımı engelleyen diğer koşulları da birlikte getirmektedir. Bilindiği gibi arazi; toprak işleme, toprağın diğer kullanma şekilleri ve koruma önlemlerine ihtiyaç bakımından elverişlilik sınırlarını ifade eden sekiz kabiliyet sınıfına ayrılmaktadır (Görcelioğlu, 1983).

I., II., III. Sınıf araziler, düzenli ya da sürekli toprak işlemeye ve diğer kullanımların pek çoğuna uygundur. IV. Sınıf araziler, işlemeli tarım için çoğunlukla son sınırdır. V., VI., VII. Ve VIII. Sınıf araziler ise işlemeli tarıma uygun olmayıp, buraların toprak ve topoğrafik özellikler bakımından genellikle devamlı bitki örtüsü altında, yani orman ya da mera kullanımında tutulmaları gerekmektedir. Türkiye yüzölçümünün % 34.1'inde topraklar işlenerek tarım yapılmasına uygundur. Geriye kalan arazi işlemeli tarım yapmaya uygun değildir ve devamlı bitki örtüsü altında tutulması gereken yerlerdendir. Türkiye'de bitkisel üretim amacıyla kullanılan arazinin kabiliyet sınıflarına dağılımına göz attığımızda ise aşağıdaki durumla karşılaşmaktadır (Tablo 7) (Topraksu, 1978).

Tablo 7. Türkiye’de bitkisel üretimde kullanılan arazinin kabiliyet sınıflarına dağılımı

Arazi Kabiliyet Sınıfı	Bitkisel Üretim Çeşidi (ha.)				
	Orman	Funda	Çayır	Mera	Tarım Ürünleri
I	5 824	11 429	69 061	108 449	4 778 399
II	92 193	79 872	148 998	398 014	5 986 866
III	321 724	154 848	108 152	717 892	6 229 433
IV	574 428	265 086	81 455	1 649 341	4 593 129
Toplam	994 169	511 235	407 666	2 873 696	21 587 827
V	9 462	21 645	80 801	22 908	17 463
VI	1 240 105	997 410	49 072	4 054 771	3 848 499
VII	12 891 351	6 803 086	106 834	14 149 942	2 245 214
Toplam	14 140 918	7 822 141	236 707	18 227 621	6 111 176
Genel Toplam	15 135 087	8 333 376	644 373	21 101 317	27 699 003

I., II., III. ve IV. Sınıf arazilerin yaklaşık % 5.7’si, V., VI. ve VII. Sınıf arazilerin ise yaklaşık % 47.2’si orman ve fundalık arazilerden oluşmaktadır. Ayrıca Türkiye’de ormanların sadece % 6.57’si I., II., III. ve IV. Sınıf arazilerde yer almakta, geriye kalan % 93.43’ü ise V., VI. ve VII. Sınıf arazilerde bulunmaktadır. Dahası, ormanların % 85.2’si doğrudan doğruya VII.sınıf arazilerdir.

Arazi kullanma kabiliyetine göre orman ve funda alanlarının % 8.14’lük bir artışla 25 378 523 hektara çıkarılması, bunlara karşılık tarımsal amaçlarla kullanılmakta olan alanların % 12.52’lik bir azalma ile 24 230 989 hektara düşürülmesi gerekmektedir (Görcelioğlu, 1983).

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere yurdumuzda ormanlar, genellikle orman arazisi olarak düşünülen fundalık alanlar ve ayrıca meralar çoğunlukla işlemeye elverişli olmayan V., VI. ve VII. sınıf arazide yer almaktadır. Başka bir deyişle Türkiye’de erozyon sorununun ve buna bağlı olarak ortaya çıkan sel, taşkın vb. çeşitli olay ve zararların çözümü ve önlenmesi, esas itibarıyla orman ve meralarda alınacak önlemlere ve buralarda yapılacak ıslah çalışmalarına bağlı bulunmaktadır.

Alanının yaklaşık % 83’ünde çeşitli derecelerde erozyon hüküm süren, su için stratejik önemi olan, halkın ormanla iç içe yaşadığı ülkemizde toprak koruma fonksiyonunun önemi ortaya çıkmaktadır.

Toprak koruma fonksiyonu; ormanların toprağı tutarak taşınmasını önleme, toprak kaymalarına ve çığlara engel olma, kumulları tespit etme gibi esas itibariyle su ve rüzgar erozyonuna karşı gördüğü koruyucu fonksiyondur. Ormanların hidrolojik ve toprak koruma fonksiyonları birbirleriyle sıkı sıkıya ilişkili bulunmakta ve özellikle dağlık arazi havzalarında diğer fonksiyonlara oranla daha büyük önem taşımaktadır (Asan ve Şengönül 1987).

Toprak koruma ormanı, etrafındaki alanları da su, kar ve rüzgar erozyonundan, toprak kaymalarından, taş yuvarlanmalarından, toprak örtmelerinden korumaktadır.

Toprak Koruma Ormanı:

- Yüzeysel akışı engelleyerek, bundan kaynaklanacak aşınma işlemini azaltır,
- Kök sistemi sayesinde toprağı mekanik olarak yerinde sağlamlaştırır,
- Rüzgarın hızını keser ve kök sistemiyle toprağı tutarak, toprağın aşınarak bir yerleri örtmesini engeller,
- Entansif ve alt tabakalara kadar yapılaşma gösteren kök sistemi sayesinde toprak kaymalarını engeller,
- Özellikle kalker ve dolomit ana kaya üzerindeki sığ topraklarda toprak yüzeyinin çatlamasını ve taşınmasını önler,
- Sık bir orman, kar kaymalarını ve çığ oluşumunu engeller ve bu sayede oluşabilecek toprak erozyonunu engeller,
- Ormanlar yağmur damlalarını ince zerreciklere parçalayarak, bunların toprak yüzeyine vuruş şiddetini azaltır (Eraslan, 1993; A.P.K., 2000).

Toprak koruma ormanları, ormanların ekolojik ortama olan olumlu katkıları olarak bilinmelidir. Orman, ekosistem dengesi ile yetişme ortamından elde edilen ekolojik fonksiyonları içerir. Koruma fonksiyonu ve buna bağılı olan koruma amacı, ormanlardan yararlanma ile denge kurma çelişkisinin en aza indirilmesidir. Burada, sömürü düzeyindeki yararlanma yoktur. Koruma fonksiyonlu ormanlara hiç dokunulmayacak veya yararlanılmayacak anlamı da çıkarılmamalıdır. Ormanın gelecek kuşaklara da temel görevlerini yerine getirmesi imkanı ve bunu yaparken doğaya uyumlu yararlanma yolu seçilmesi olanağı sunulur (Köse vd., 2001). Eğer bir orman alanı erozyona çok duyarlı ise, üretim yapıldığı zaman bundan etkileneneceği tahmin ediliyorsa, o alan doğa koruma ya da mutlak koruma ormanı olarak ayrılabilir ve hiç müdahale edilmeyebilir.

Ancak OGM üzerine düşen görevi yerine getirmede bugüne kadar yeterince istekli davranmamıştır. OGM'nin bu konuya gerekli önemi veremeyişinin altındaki en temel

neden, giderlerin ormanlardan elde edilecek gelirlerle karşılanmasındandır. Ülke ormanlarının belli bir kısmının koruma ormanı olarak ayrılması demek, OGM'nin belli bir gelirden mahrum olacağı anlamına gelmektedir.

21. yüzyılda ormanlardan beklenen yaşamsal görevler ekonomik görevlerin önüne geçmiş ve global bir boyut kazanmıştır. Dünya Bankası verilerine göre, Türkiye'de ormanların 1.1 milyar \$ odun dışı ve 400 milyon \$ ekonomik değeri olduğu ifade edilmektedir (URL-2). Özellikle Rio Konferansından sonra katılan toplantı ve imzalanan sözleşmeleri planlama sistemine yansıtmanız gerekmektedir. Sürdürülebilir ormancılık yönetimi için kabul edilen altı kriterde ormanların üretim fonksiyonları ile biyolojik çeşitlilik, koruyucu fonksiyonlar, soyso-ekonomik fonksiyonlar, küresel karbon döngüsüne katkı ve ekosistemin sağlık ve canlılığının muhafazası ve geliştirilmesi ön plana çıkarılmıştır.

Pan-Avrupa Süreci'nde sürdürülebilir orman yönetimi için belirlenmiş altı kriter bulunmaktadır. Bunlardan beşincisi "Ormanların koruyucu fonksiyonlarının muhafazası ve geliştirilmesi" dir. Bu kriterin iki göstergesi bulunmaktadır.

1. Toprak muhafazası için ayrılan ormanlar
2. Su muhafazası için ayrılan ormanlar

Kriter ve göstergeler , bir ülkenin sürdürülebilir orman yönetimi hakkında genel bilgi vermektedir. İlerde gündeme gelmesi beklenen sertifikasyon ve benzeri uygulamalarda, sürdürülebilir orman yönetiminin işletme bazında takibi gerekecektir. Bu nedenle planlama ve uygulama aşamasında olmak üzere işletme bazında genel esasları ortaya koyan bir kılavuz geliştirilmiştir.

Her bir kriterin planlama ve uygulama aşamasında dikkat edilecek hükümler belirlenmiştir. Buna göre; ormanların koruyucu fonksiyonlarının muhafazası ve geliştirilmesi için planlama aşamasında;

1. Orman Amenajmanı ormanın koruyucu fonksiyonlarını dikkate almalıdır (toplum için gerekli altyapı, su kaynakları, sel ve çığa karşı koruma faktörleri)

2. Çok özel koruma özelliğine sahip alanlar haritalanmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Uygulama aşamasında ise;

1. Erozyona konu olabilecek alanlarda faaliyetlere ve kullanılan araçlara dikkat edilmeli,

2. Su kaynaklarına zarar verecek kimyasal ve gübre kullanımı gerektiren faaliyetlerden kaçınılmalı,

3. Yol, köprü ve benzeri altyapı inşaatlarında toprağı erozyona maruz bırakacak metot ve araçlardan kaçınılmalı, hükümlerini içermektedir.

Görüldüğü üzere, ülkemiz toprak koruma ve su üretimi ormanlarına kendi stratejik ihtiyacının yanında, dünyanın yaşadığı globalleşme ve uluslar arası süreçler nedeniyle özel önem vermek durumundadır.

1.4. Ülkemizde ve Dünyada Hazırlanan Fonksiyonel ve Çok Amaçlı Planlar

Çok yakın zamana kadar, yurdumuz ormanlarının tamamına yakın bölümü sadece değişik çap ve kalitede yuvarlak odun üreten ve bu ürünlere duyulan yurtiçi talebi karşılama amacıyla işletilen doğal bir kaynak olarak algılanmıştır. Bu nedenle, Milli Parklar ve muhafaza ormanları dışında kalan bütün ormanlar; arazi eğimi, yükselti basamakları, alpin zonu ve step zonu gibi odun üretimini sınırlayıcı faktörler dikkate alınmaksızın üretim ormanı olarak kabul edilmiş ve buna göre planlanmıştır. Kesime verilen önem, yetiştirmeye ve korumaya verilmemiştir (Köse vd., 2001). Bu nedenle işletme amaçları ve uygulanan planlama sistemleri değişik zamanlarda çeşitli vesilelerle sorgulanmış ve planlamada başka yöntemlere zaman zaman başvurulmuştur.

Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanılması amacıyla İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü için 1990-2000 yılları arasındaki döneme ilişkin "Belgrad Ormanı Fonksiyonel Amenajman Planı" düzenlenmiştir. İstanbul halkının Belgrad Ormanı'ndan hidrolojik, erozyon kontrolü, rekreasyon, bilimsel, estetik ve odun üretimi fonksiyonlarını beklediği saptanmıştır. Bu planda, işletme sınıfı ayırımı fonksiyonel yaklaşımla gerçekleştirilmiş; eta hesabı bilinen klasik yöntemle yapılmıştır. Yararlanmanın düzenlenmesinde "Yaş sınıfları Amenajman Yöntemi" benimsenmiştir. Planlama biriminde idare süresi, bilimsel fonksiyona ayrılan alanlar dışındaki tüm işletme sınıflarında 300 yıl, gençleşme periyodu uzunluğu 20 yıl ve plan süresi 10 yıl alınmıştır. Daha sonra, yine 1990 yılında İstanbul İşletme Müdürlüğü için hidrolojik, erozyon kontrolü, rekreasyon, estetik, ulusal savunma, odun ve yan ürün (çam fıstığı) üretim işlevlerini içeren işlevsel orman amenajman planları yapılmıştır. İstanbul Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Ormanı için de 1996 yılında fonksiyonel amenajman planı hazırlanmıştır (Asan, 1990 ve 1992; Gül, 1998).

Batı Karadeniz Bölgesinde Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı bir işletme şefliği için Fonksiyon Haritası düzenlenmiştir (Kahveci, 1992). Ormanların mevcut

fonksiyonlarını, “Ormanların Koruma ve Dinlenme Fonksiyonlarına Göre Haritalanmasına İlişkin Yönerge” sine göre çeşitli değişiklikler yaparak, özellikle koruma ormanı özelliğine sahip alanlar için çeşitli kriterler ortaya koymuştur. Fonksiyonların belirlenmesinde bir takım kriterler dikkate alınmasına karşın, sezgisel olarak karar verilmiştir. Ancak, belirlenen fonksiyonların haritalanması el yordamı ile yapılmıştır. Ayrıca fonksiyonel ayırımın statik yapı arz ettiği yani zamanla değişmediği varsayılmıştır.

1999 yılından beri OGM tarafından çeşitli işletme şeflikleri için fonksiyonel amenajman planları düzenlenmektedir. Gökova ve Milas Orman İşletme Şeflikleri buna örnek olarak verilebilir. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Milas Orman İşletme Müdürlüğü, Milas Orman İşletme Şefliği için 2000 yılında fonksiyonel yaklaşımla hazırlanan amenajman planında uygulama süresi on yıl, işletme sınıfı sayısı altı adet olarak belirlenmiştir. Bunlar;

1. Kızılçam İşletme Sınıfı
2. Muhafaza Karakterli İşletme Sınıfı (Toprak Koruma ve Erozyonu Önleme)
3. Tabiatı Koruma İşletme Sınıfı (Halep Çamı)
4. Sosyal Baskılı İşletme Sınıfı (Basralı Alanlar)
5. Doğal Hayatı Koruma İşletme Sınıfı
6. Plantasyon İşletme Sınıfı

Kızılçam işletme sınıfı ormanlarının amaç fonksiyonu, orman ürünlerine olan gereksinimleri karşılamak olarak belirlenmiştir. Muhafaza karakterli işletme sınıfı ormanları, kendi yetişme ortamı ile koruma bölgesindeki alanda, su erozyonu ve toprak kaymasını önlemek için ayrılmışlardır. Tabiatı koruma işletme sınıfı bakanlık makamı tarafından “Halep Çamı Tabiatı Koruma Alanı” olarak ilan edilen alanlardan oluşmaktadır. Sosyal baskılı alanlar işletme sınıfı ormanlarında çam balı istihsalı yapılmaktadır. Doğal hayatı koruma işletme sınıfı ormanları ise doğal yaşamın korunması amacıyla ayrılmıştır. 320 ha. saf ılgın ormanında özellikle çeşitli kuş türleri barındırmaktadır.

Sosyal baskılı işletme sınıfında sosyal baskılar nedeniyle gençleştirme alanı ayrılmamış ancak ara hasılat etası hesabı yapılmıştır. Muhafaza karakterli işletme sınıfında bakım etası verilmemiş fakat gençleştirme alanı ayrılmıştır. Tabiatı koruma işletme sınıfı için ayrılan alanda yapılacak müdahaleler Milli Parklar Av ve Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Doğal hayatı koruma işletme sınıfı için herhangi bir müdahale düşünülmemiştir.

Kızılcım işletme sınıfında idare süresi, yönetmelik uyarınca I. Bonitet için 50, II. Ve III. bonitetler için 60 yıl, muhafaza karakterli işletme sınıfında ise 300 yıl olarak alınmıştır.

2000 yılında Karadeniz Ereğlisi OİM için OGM fonksiyonel yaklaşımla bir amenajman planı hazırlamıştır. Buna göre,

1. Üretim Ormanı : Değişik çap ve kalitede yuvarlak odun üretimi
2. Toprak Koruma Ormanı : Su, rüzgar erozyonu, heyelan, kaya ve taş yuvarlanmasını önleme.
3. Peyzaj Koruma Ormanı : Zonguldak-İstanbul karayolundaki doğal peyzaj ve karayolunun korunması
4. Üretim Ormanı (Sosyal Baskılı) : Orman-halk ilişkileri bakımından problemlili alanların olduğu, üretim ve toprak koruma özellikleri taşıyan alanlar
5. Doğa Koruma Ormanı : Anıt ağaçlar, doğal yaşlı ormanlar, biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu ekosistemler, yetişme ortamının yarattığı olumsuzluklardan dolayı bizzat kendileri korunmaya muhtaç ormanlar,

olmak üzere beş işletme sınıfı ayrılmıştır. İşletme sınıfı ayırımında eğimi % 0-59 arasındaki ormanlar ana amacı odun üretimi, % 60-79 arasında olanlar ana amacı toprak koruma, eğimi % 80 ve daha fazla olanlar ise doğa koruma işletme sınıfında gösterilmiştir.

Meşcere tipi ayırımında ağaç türü, gelişme çağı ve kapalılık yanında eğim grupları da göz önüne alınmıştır. Topoğrafik harita üzerinde meşcere tipleri, arazinin eğim durumu ve yetişme ortamı özellikleri göz önüne alınarak her bölme kendi içinde mümkün olduğunca doğal hatlara dayanan bölmeciklere ayrılmıştır. Ana amacı odun üretimi olan bölmeciklerde 300x300 m. aralık mesafedeki sistematik deneme alanlarının büyük kısmı, ana amacı koruma ve sosyal nitelikli olan bölmeciklerde ise 300x300 m. aralık mesafedeki deneme alanlarının yarısına yakın kısmı alınmıştır. Ana idare amacı odun üretimi olan, kayın ve karaçam ağaç türünün saf ve karışık olduğu işletme sınıflarında "Yaş Sınıfları Metodu", düzenleme unsuru olarak yaş, ana idare amacı koruma ve sosyal nitelikteki olan kayın ve karaçam ağaç türünün saf ve karışık olduğu işletme sınıflarında "Bütün orman formlarında kullanılan ve silvikültür esaslarına dayanan amenajman metodu", faydalanmayı düzenleme unsuru olarak da "amaç serveti" düşünülmüştür.

Bakıma tabi tutulacak meşcere tiplerinin yıllık bakım etaları; ormanda arazi çalışmaları sırasında her deneme alanında meşcere tiplerine göre saptanan silvikültürel eta miktarıyla, yetişme ortamı, kapalılık, ağaç sayısı, servet gibi faktörler göz önüne alınarak,

bulunan artım miktarlarıyla karşılaştırılarak, ormanın lehine olmak üzere kararlaştırılmıştır. Bölmeçik büyüklükleri aynı yaşlı ormanlarda 30 ha., değişik yaşlı ormanlarda ise, 70 ha.'a kadar alınmıştır. Plan ünitesindeki ara ve son hasılat kesim planları 20 yıllık yapılmıştır. Kayın idare süresi 180 yıl olarak benimsenmiştir.

Klasik, münferit ve fonksiyonel planlarda faydalanmanın düzenlenmesi alan ya da hacim kontrolü metotlarına dayanmaktadır. Etanın kararlaştırılmasında formüller yaklaşımlarla beraber, genelde sezgisel yöntemlerin kullanılması ormanın sürekliliğini tehlikeye atmaktadır. Orman amenajmanı tarihi bir süreç içerisinde geçerken, çeşitlenen, çelişen ve giderek artan talebi en iyi şekilde karşılamak için orman ekosisteminin uzun vadede bütünlüğünü ve sağlığını koruyacak sürdürülebilir bir tasarıma ve bunu da gerçekleştirecek bir planlama yaklaşımına ihtiyaç vardır. Klasik formüllerle eta hesaplanması ve planın da bu doğrultuda yapılması orman ekosisteminin dinamiğini ortaya koyamadığı, çok amaçlı planlamaya cevap veremediği, alternatifler oluşturamadığı, optimal çözümü zorlamadığı gibi faydalanmanın sürdürülebilirliği hakkında da analiz imkanları sunmamaktadır. Bu darboğazları simülasyon ve matematiksel optimizasyon gibi yöneylem araştırması teknikleri ile aşmak mümkündür (Başkent vd., 2002).

Field vd., (1980), bir orman planlama sorununun çözümünde kullandığı doğrusal programlama modelini, önce toplam eta, daha sonra da bugünkü net değer ve bugünkü maliyeti en iyileyecek biçimde çözmüştür.

Mendoza vd. (1987), çalışmalarında karmaşık orman planlama problemlerine çok amaçlı planlama modellerini uygulamışlardır. Önce basit iki amaçlı sorunu ele almış, daha sonra, çok amaçlı bir planlama modeli geliştirmiş ve çözmüşlerdir. Bu modelde, odun ve temiz su üretimi, eğlenme-dinlenme alanı ayrılması, eğlenme-dinlenme alanlarının geliştirilmesi ve diğer orman ürünleri üretimi olmak üzere beş değişik amaç kullanılmıştır. Model sonucunda üç adet işletme birimi ayrılmıştır. Ayrıca modelde yaban hayvanı üretimi için ayrılacak alanın en az 808 ve en çok da 1616 hektar olması ve toplam sediment miktarının da 35000 tonu aşmaması kısıt olarak yer almıştır. Çalışmada ormanın ürettiği değerlerin ekonomik analizi yapılmamıştır.

Hof ve Baltic (1990), üretim kısıtları altında, üretim maliyetini en küçük yapmak amacıyla bir doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Bu amaçla, sekiz ana bölge ve buna bağlı değişik alt bölgeler ayrılmıştır. Modeller, odun ve yaban hayvanı üretimi, temiz su yaratımı, eğlenme-dinlenme ve sediment miktarı gibi çıktılara bağlı olarak her bölge için ayrı ayrı kurulmuş ve çözülmüştür.

Hof, Kent ve Baltic (1992), orman planlama sorununun çözümüne çok amaçlı bir yaklaşımı, doğrusal programlama yönteminden yararlanarak vermiştir. Oregon'daki Umatilla Ulusal Ormanını, araştırma alanı olarak seçmiştir. Modelde, odun ve ot üretimi ile sediment miktarına kısıt olarak yer vermiştir. Mevcut meşcerelerin idare sürelerini 90-240 yıl, gençleştirilecek meşcerelerin ise 80-150 yıl olarak kabul edilmiştir. Meşcerelerden üretilen odun ve odun dışı ürünlerin ekonomik analizi yapılmamıştır.

Weintraub, Barahona ve Epstein (1994), odun ve ot üretimi, sediment miktarının belli bir sınırın altında tutulması, eğlenme-dinlenme alanının ayrılması ve bütçe gibi kısıtları içeren orman planlama sorunlarının çözümü için bir yaklaşım ortaya koymuştur. Örnek olarak Güney Chile'deki çam dikim alanlarından elde edilen üç meşcere kullanılmıştır. Her bir meşcere için iki sorun tanımlamış ve doğrusal programlama yöntemleriyle çözmüştür.

Turner vd., (2002), Avustralya'da bulunan yaklaşık 198.000 ha. alan kaplayan Eden Bölgesi için çok amaçlı planlama gerçekleştirmişlerdir. Doğrusal programlama (DP) ve Tavlama Benzetimi (TB)'na dayanan simülasyon yaklaşımı olmak üzere iki yöntem kullanmışlar ve çıkan sonuçları karşılaştırmışlardır. Modellerinde odun üretimi, toprak kaybı, yaban hayatı sayısı ve su üretimi amaç ya da kısıt olarak yer almıştır. Toprak kaybını belirlemek amacıyla toprak örnekleri; kesim alanları, sürütme yolları, yangın şeritleri ve akarsu kenarlarından alınmıştır. Sediment kaybı ile meşcere yaşı arasında ilişki aranmıştır. Buna göre, sürütme yollarında 2-11, kesim alanlarında, 0.01-0.26, akarsu kenarlarında 0.69-1.94 ve yangın şeritlerinde 0.05-0.35 ton/ha. sediment kaybı hesaplanmıştır. Sadece odun üretimi için ekonomik analiz yapılmış ve faiz oranı % 7 alınmıştır. DP yöntemi kullanılarak geliştirilen modellerde konumsal yapı dikkate alınmamış, bu sorunu gidermek için (TB) kullanılmıştır. Buna göre, kesilecek alan miktarının minimum 20, maksimum 200 ha. olması kararlaştırılmış ve kesilen meşcereye komşu meşcerenin en az iki yıl sonra kesime girmesi koşulu getirilmiştir.

Yöneylem araştırması tekniklerinin ülkemizde ormancılık çalışmalarında ilk kullanımı Soykan (1979) tarafından, eşit yaşlı ormanlarda idare sürelerinin optimizasyonunda doğrusal programlama yöntemini, optimal kuruluşların belirlenmesinde ise simülasyon yöntemini kullanmasıyla gerçekleşmiştir.

Köse (1986), Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Meryemana Araştırma Ormanı için oluşturduğu iki grup meşcere tipi için 1627 adet amaç programlama modeli geliştirmiş ve değiştirilmiş simpleks yöntemi ile çözmüştür. Temel amaç olarak odun üretimi esas

alınmıştır. Oluşturulan modellerde ormanların göreceği diğer fonksiyonlara yer verilmemiştir. Karar değişkenleri son hasılat kesim alanlarından oluşturulmuştur.

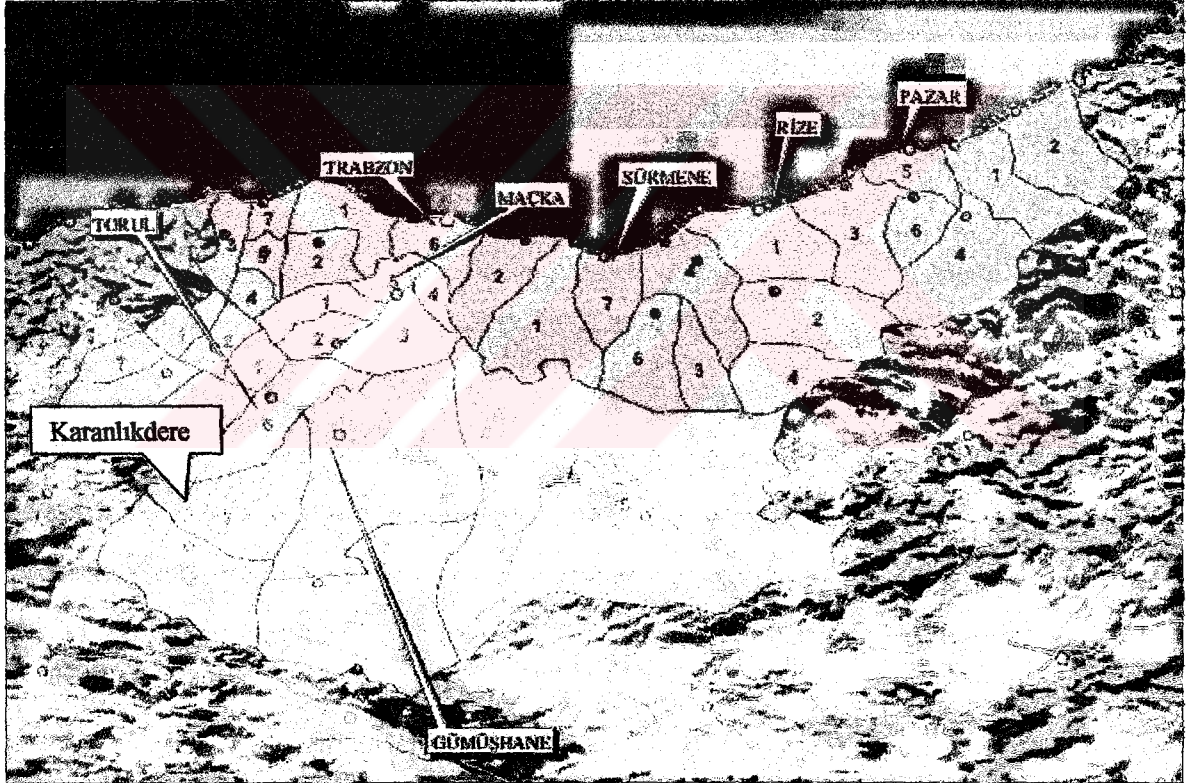
Gül (1998) tarafından yapılan çalışmada, ormanların fonksiyonlarına göre çok amaçlı olarak planlanması amacıyla geliştirilen çok amaçlı matematiksel planlama modelinde meşcere tipleri esas alınmıştır. Modellerde, odun üretimi, toprak erozyonunu önleme, su üretimi, doğa koruma, oksijen ve estetik değer üretimi olmak üzere altı adet işletme sınıfı ayrılmıştır. Çalışma yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bölmecik değil, meşcere tipi esas alındığından meşcerelerin göreceği fonksiyonlar yerine, her meşcere tipi için fonksiyonlar belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece, yapılan planların araziye uygulanması da doğal olarak güçleşmiştir. Meşcerelerden meydana gelen toprak kaybının belirlenmesinde, toprak kaybı ile göğüs yüzeyi ilişkiye getirilip istatistiksel bir analiz yapılmamış, belli kabullerden gidilmiştir.

Mısır (2001) Ormanüstü planlama birimi için çok amaçlı orman amenajman planlama modeli geliştirmiştir. Meşcere bazında planlamanın esas alındığı modelde, toprak erozyonunu önleme ve su üretimi fonksiyonları için sayısal modeller ortaya konmuştur. Odun üretimi, toprak erozyonunu önleme ve su üretimi gibi her üç orman fonksiyonu, işletme amacı olarak ele alınmış ve çok amaçlı bir planlama modeli kurulmuştur. Yöneylem araştırması tekniklerinden çok amaçlı planlama yöntemi kullanılarak çok sayıda alternatif model üretilmiştir. Geliştirilen modellerde sosyo-ekonomik analizler yapılmamıştır. Çalışma alanı Ladin, Kayın ve Kızılağaç işletme sınıfına ayrılmıştır. Planlama birimi bir bütün olarak düşünülmemiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Karanlıkdere Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 2). Araştırma alanını kapsayan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon H-42a₁, H-42a₂, H-42a₃, H-42a₄, H-42b₁, H-42b₄), orman amenajman planları ve haritaları (meşcere haritası, yol ağı haritası) değişik aşamalarda kullanılan altlıklardır.



Şekil 2. Çalışma alanının genel görünümü

2.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanını oluşturan Karanlıkdere Bölgesi Gümüşhane ili, Torul ilçesi sınırları içerisinde $40^{\circ}16'07''$ - $40^{\circ}21'38''$ kuzey enlemleri ile, $39^{\circ}03'46''$ - $39^{\circ}21'59''$ doğu

Tablo 10. Çalışma alanının eğim gruplarına dağılımı

Eğim ifadesi	Derece	Yüzde (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Düzlük	0-2	0-3	7103.04	27.20
Az eğimli	2-5	3-9	6.30	0.02
Orta eğimli	5-10	9-17	12.57	0.04
Çok eğimli	10-20	17-36	2106.85	8.06
Dik	20-30	36-58	8200.15	31.40
Sarp	30-45	58-100	8419.04	32.23
Pek sarp	>45	>100	243.64	0.95

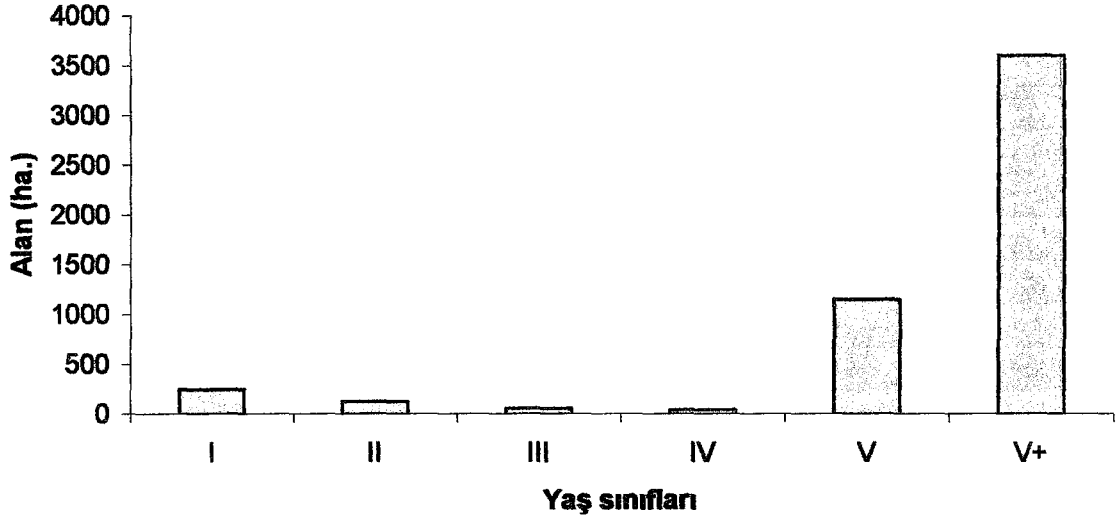
2.2. Yöntem

Bu çalışmada, yararlanmanın düzenlenmesinde çok amaçlı programlama, yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlama yöntemi ise karar verme aşamasında kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ise, konumsal verilerin elde edilmesinde, analizinde ve araştırma alanına ait çeşitli haritaların (eğim haritası, bakı haritası, fonksiyon haritası vb.) düzenlenmesi ve tampon bölgelerin ayrılmasında kullanılmıştır.

2.2.1. Mevcut Durumun Ortaya Konması

Ormanın mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla envanter çalışması yapılmamıştır. Bunun yerine, araştırma alanında yer alan meşcere tiplerine ilişkin yaş, hektardaki servet, artım, ara hasılat miktarı, ağaç sayısı gibi veriler Karanlıkdere İşletme Şefliği amenajman planından alınmıştır. Bu veriler, orman amenajman planında yer alan Alan Döküm Tablosu ve Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosundan araştırma alanında yer alan 866 değişik meşcere için ayrı ayrı belirlenmiştir.

Meşcerelerin yaş sınıflarının alan dağılımı incelendiğinde meşcerelerin V. ve üzerindeki yaş sınıflarında yığıldığı buna karşın I., II., III., ve IV., yaş sınıflarındaki meşcere sayısının çok az olduğu görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Çalışma alanındaki meşcerelerin yaş sınıflarına dağılımı

Çalışma alanı optimal kuruluştan uzak bir yapı göstermektedir. Meşcerelerin çoğunu idare süresini doldurmuş yaşlı meşcereler oluşturmaktadır.

2.2.2. Optimal Meşcere Verileri

Araştırma alanında yer alan meşcerelere ait optimal veriler, hasılat tablolarından elde edilmiştir. Sarıçam için Alemdağ (1967), Gök nar için Asan, (1984)'ın düzenledikleri hasılat tabloları kullanılmıştır. Ülkemizde Doğu Karadeniz Gök narı hakimiyetindeki ormanlar genellikle seçme olarak işletilmesine karşın maktalı olarak da işletildiği alanlar bulunmaktadır. Araştırma alanı da bu alanlar arasında yer almaktadır. Ancak bu ağaç türü için ülkemizde hazırlanmış bir hasılat tablosu mevcut değildir. Bu nedenle araştırma alanındaki Gök nar meşcerelerine ait optimal veriler Asan'ın Kazdağı Gök narı için hazırladığı hasılat tablosundan alınmıştır.

2.2.3. Meşcere Hacimlerinin Güncellenmesi

Araştırmada kullanılan meşcerelerin hektardaki servet, artım, göğüs yüzeyi gibi parametreler için arazide envanter yapılmadığından meşcere hacimleri, Eraslan ve Asan

(1989) tarafından orman amenajmanı planı verilerinin güncelleştirilmesi amacıyla yapılmış araştırmadan yararlanılarak güncellenmiştir. Daha sonra Karanlıkdere İşletme Şefliğinden temin edilen 1984-2003 uygulama sonuçları hesaplanan değerlerden düşülerek her meşcere için hektardaki hacimler bulunmuştur.

Bir meşcereyi oluşturan öğeler, kapladığı alanın yüzölçümü, ağaç serveti ve karışımı, yaş ve kapalılık, üzerinde taşıdığı ağaç serveti ve bunun meydana getirdiği artımdır. Meşcereye ait bu veriler planın yapıldığı vejetasyon yılı itibariyle "Meşcere Tanıtım Tablosu"nda verilmektedir. Planın uygulanması süresi içinde, ağaç servetine ait bu veriler bir taraftan doğal büyüme ve gelişme yoluyla, diğer taraftan insanın faydalanma amacıyla yaptığı kesim ve müdahalelerin etkisiyle hızla değişmektedir.

Buna göre ağaç servetinin istenilen bir yıldaki durumunun saptanabilmesi, başka bir deyimle ağaç serveti verilerinin güncelleştirilmesi için, bir taraftan doğal yolla oluşan büyüme ve artıma miktarlarının, diğer taraftan bu süre içinde plana göre yapılan kesim miktarları ile, rüzgar ve fırtına devirmeleri, yangınlar, böcek ve mantar gibi zararlı faktörlerin etkisiyle doğal yolla ayrılan miktarların bilinmesi gerekmektedir. Bu miktarların bilinmesi halinde güncelleştirme işleminin nasıl yapılacağı 1 nolu formül ile gösterilmiştir (Eraslan ve Asan, 1989).

$$AV_s = AV_b + \left[AV_b \times n \times \frac{AP_b + AP_s}{2} \right] - AV_c \quad (1)$$

Burada;

A : Ağaç türünü,

AV_b : Planın yapıldığı yıldaki başlangıç hacmini,

At_b : Planın yapıldığı yıldaki yaşını,

AP_b : Planın yapıldığı yıldaki cari hacim artım yüzdesini,

AV_s : Güncelleştirmenin yapılacağı yıldaki hacmini,

At_s : Güncelleştirmenin yapılacağı yıldaki yaşını,

AP_s : Güncelleştirmenin yapılacağı yıldaki hacim artım yüzdesini,

AV_c : Planın yapıldığı yıl ile güncelleştirmenin yapılacağı yıl arasında çeşitli nedenlerle meşcereden çıkarılan hacim miktarını ifade etmektedir.

AV_s hacminin yıllık cari hacim artımı ise 2 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$AZ_s = AV_s \times AP_s \quad (2)$$

Burada;

AZ_s : AVs hacminin yıllık cari hacim artımını,

AP_s : Hacim artım yüzdesini

AV_s : Güncelleştirmenin yapılacağı yıldaki hacmi ifade etmektedir.

Meşcerede ikinci bir tür varsa aynı formül kullanılarak hesaplamalar yapılır. Güncellemenin yapılacağı yıldaki toplam meşcere serveti 3 nolu formül kullanılarak bulunur.

$$MV_s = AV_s + BV_s \quad (3)$$

Meşcerenin, güncelleştirmenin yapılacağı yılda ulaşacağı toplam cari hacim artımı MZ_s ise, 4 nolu formül kullanılarak hesaplanır.

$$MZ_s = AV_s + BV_s \quad (4)$$

Plan ünitesindeki tüm ağaç serveti ve bu servetin meydana getirdiği tüm hacim artımı, yukarıda yapılan tüm işlemleri bölme ve bölmecik için yineleyip bulunan miktarları toplamak suretiyle elde edilir.

2.2.4. Doğrusal Programlama

Yöneylem araştırması, sanayi, ticaret, kamu yönetimi ve savunma işlerinde karşılaşılan insan, makina, gereç ve parasal kaynakların yönetiminde ortaya çıkan sorunlara bilimsel yöntemlerin uygulanmasıdır. Yöneylem araştırmasını tanımlayan üç özellik bulunmaktadır. Bunlar; bütünlük yaklaşım (sistem yaklaşımı), disiplinlerarası yaklaşım ve bilimsel yöntemden oluşmaktadır (Köse vd., 2000).

Doğal kaynak olan ormanların planlanmasında, özellikle doğrusal programlama, amaç programlama, simülasyon ve dinamik programlama olmak üzere yöneylem araştırmasının değişik teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnce çaplı materyalin değerlendirilmesinde net geliri eniyilemek ve idare süresi sonunda, alan bakımından olması gereken yaş sınıfı kuruluşunun kurulması, eta kontrol kararlarının alınması, uzun süreli olarak etanın elde edilmesi, orman alanlarının çok amaçlı olarak kullanılması, orman işletmelerinin, geliştirilen bir doğrusal programlama yazılımı ile değişik kısıtlayıcı koşullara göre planlanması, idare sürelerinin saptanması ve uzun süreli eta kestirimi gibi araştırmalar ormancılıkta kullanıma örnek olarak verilebilir (Köse vd., 2000).

Doğrusal programlama modeli, matematiksel model olarak kurulmaktadır. Doğrusal programlama modeli, amaç denklemi, kısıtlayıcılar ve negatif olmama koşulu olmak üzere üç denklemden oluşur:

1 – Amaç denklemi:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (5)$$

2 – Kısıtlayıcı denklemler:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (6)$$

3 – Pozitiflik koşulu:

$$x_j \geq 0 \quad (7)$$

Burada;

Z - amaç denklemi,

x_j - karar değişkeni,

c_j - x_j karar değişkenlerinin amaç denklemindeki katsayıları,

a_{ij} - x_j karar değişkenlerinin kısıtlayıcı denklemlerdeki katsayıları,

b_i - kısıtlı kaynak miktarı (sağ taraf değerleri),

m - kısıt sayısı,

n - karar değişkeni sayısıdır.

Doğrusal denklemlerle tanımlanan böyle bir problemin amacı, amaç denklemini (Z) en küçük ya da en büyük yapan, x karar değişkeni değerlerini bulmaktır. Amaç denklemi, karı (yararı) tanımlıyorsa Z'yi en büyük; gideri ya da maliyeti tanımlıyorsa Z'yi en küçük yapan x_j değerleri aranır. Doğrusal programlama yöntemleri, gerçek işletme sorunlarına uygulandığı için değişkenlerin negatif değer almasının bir anlamı yoktur. Bu nedenle, doğrusal programlama modellerinde bütün değişkenlerin pozitif olması koşulu aranır.

Doğrusal programlama modelleri, aşağıdaki yöntemler ile çözülebilir

- 1 – grafik çözüm,
- 2 – cebrik çözüm,
- 3 – simpleks çözüm ve
- 4- ileri doğrusal programlama çözüm yöntemleri (dual simpleks, iki aşamalı, düzeltilmiş simpleks, primal-dual ve üst sınır yöntemi)

İki ya da üç değişkenli basit doğrusal programlama modelleri, grafik ya da cebrik yöntemler ile çözülebilir. Ancak; çok değişkenli karmaşık sorunlarla ilgili modellerin çözümünde, en çok simpleks yöntem kullanılır. Araştırmada kurulan doğrusal programlama modellerinin çözümünde LINDO isimli paket programdan yararlanılmıştır.

2.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri, kullanıcıların daha doğru karar vermesi, üretimi artırması ve böylece zaman, para ve işgücü tasarrufu sağlaması amacıyla, konumsal veri ve bunlara ilişkin özniteliklerin toplanması, depolanması, idaresi, sorgulanması, analizi ve sunulması için bir araya getirilmiş bilgisayar yazılımı, donanımı ve coğrafi bilgi sistemi personelinden oluşan bir bütündür (Mısır, 1995).

Günümüzde orman amenajman planları modern teknolojiden uzak, süreklilik ilkesine dayanmayan, strateji üretmeyen klasik formül ve yöntemlerle hazırlanmakta olup bir bilgi sistemi (coğrafi tabanlı orman bilgi sistemi) oluşturulamamış ve bilgilerin sağlıklı, güvenli ve hızlı bir şekilde ormancılıkta ve özellikle orman amenajman planlarının yapımında kullanıma sunulmamıştır. Orman amenajman planlama sürecinin en önemli kısmı olan karar aşaması, yani planlama, CBS'nin sunduğu konumsal veri tabanı ve işletiminin optimum karar verme teknikleriyle entegrasyonu, ormanlardan faydalanmanın düzenlenmesini daha gerçekçi ve modern kılacaktır. (Başkent, 1995)

2.2.6. Hasulat Matrislerinin Oluşturulması

Ormanların planlanmasında doğru ve güvenilir verinin önemi tartışılmazdır. Çünkü orman amenajmanı bir karar verme bilimidir ve veri ile beslenir. Planlamanın girdisini oluşturacak verilerin karar mekanizmasını doğrudan etkileyeceği açıktır. Bu nedenle hektardaki hacim, göğüs yüzeyi, artım gibi çeşitli meşcere parametrelerinin doğru şekilde

tahmin edilmesi gerekir. Ülkemizde hemen hemen bütün ana ağaç türleri için normal hasılat tabloları düzenlenmiştir. Ayrıca kızılçam, ladin ve karaçam plantasyonları için de değişik sıklıkta hasılat tabloları hazırlanmıştır. Normal hasılat tabloları aynı yaşlı, müdahale görmemiş, normal kapalı ve normal sıklıkta, saf meşcereler için düzenlenmektedirler ve meşcerelere yapılan çeşitli silvikültürel müdahalelerin etkisini göstermekte yetersizdirler. Örneğin ne kadar ürün alırsam meşcere nasıl gelişir sorusuna yanıt veremezler. Bunun için devamlı deneme alanı verilerine ihtiyaç vardır. Ancak orman işletmelerinin planlanması aşamasında çeşitli yaş, bonitet, sıklıktaki meşcerelerin yapılacak müdahalelere nasıl tepki vereceğinin bilinmesi zorunludur. Yurt dışında müdahalelerin şiddetine göre meşcerenin gelişim seyrini ağaç türlerine göre veren tablolar olduğu halde ülkemizde bu amaca yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

Sarıçam ve Gökmar türleri için meşcerelere yapılan müdahalelerin etkisini gösteren tablolar bulunmadığından çıkarılacak bakım etası ve bunun sonucunda meşcerenin gelişmesi sorunu Gül (1998) ve Mısır (2001) tarafından kullanılan yöntem geliştirilerek aşılmaya çalışılmıştır.

Hasılat matrislerinin oluşturulmasında, son hasılat etaları, meşcerelerin periyot ortası servetleri esas alınarak hesaplanmıştır. Hasılat matrisleri çalışma alanında yer alan 866 adet meşcere için ayrı ayrı elde edilmiştir. Tablo 10'de 140 nolu bölmedeki 18.83 ha. alan sahip 515 numaralı karar değişkeni olan Çsc_2 meşceresi için elde edilen hasılat matrisi değerleri verilmiştir. Bu meşcerenin hektardaki serveti 103.46 m^3 ve artımı 1.77 m^3 olup, 70 yaşında, IV. Yaş sınıfında ve II. Bonitette bulunmaktadır.

Tablo 11. 140 nolu bölmedeki Çsc_2 meşceresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden hasılat matrisi değerleri

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri				
	Odun Üretimi (m^3/ha)				
	-	X_{515P_2}	X_{515P_3}	X_{515P_4}	X_{515P_5}
1	-	15.78	15.78	15.78	15.78
2	-	123.08	13.49	13.49	13.49
3	-	0	138.59	7.60	7.60
4	-	52.74	0	145.59	3.0
5	-	60.94	52.74	0	149.19
Toplam	-	252.54	220.60	182.46	189.06

Çsc2 meşcere tipinin X_1P_1 karar değişkeni yoktur. Çünkü 90 yaşından küçük meşcereler son hasılat kesimine konu olmamaktadırlar. Bir meşcerenin kesilebilmesi için en az 90 yaşında olması zorunludur. Meşcerelerin gençleştirildikten sonra optimal büyüyecekleri varsayılmış, bu nedenle bu gibi gençleştirilmiş meşcerelerin meşcere hacim gelişimleri sarıçam hasılat tablosu'ndan elde edilmiştir.

Meşcerenin gençleştirilmemesi durumundaki hacim gelişimi ve ara hasılat miktarları ise aktüel değerler ile hasılat tablosu değerleri arasında karşılaştırmalar yapılarak hesaplanmıştır. Odun üretimi işletme sınıfında, gevşek kapalı meşcerelerden ara hasılat alınmamış, sadece orta kapalı meşcerelerden alınmıştır. Birinci plan periyodunda X_{515} meşceresinin ara hasılat etası 8 nolu formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$D_1 = V_1 D_{ara} / V_{opt} \quad (8)$$

Burada;

D_1 : Birinci plan dönemindeki ara hasılat etasını,

V_1 : Birinci plan dönemindeki hacmini,

D_{ara} : Hasılat tablosunun 60-80 yaşları arasında ayrılan meşcere hacmini (68.96 m³/ha.),

V_{opt} : Hasılat tablosunun 70 yaşındaki kalan meşcere hacmini (452.05 m³/ha.) ifade etmektedir.

X_1P_2 değişkeninin ikinci satırdaki değeri, yani gençleştirme etası ise 9 nolu formül yardımı ile 123.08 m³/ha. olarak hesaplanmıştır.

$$V_2 = V_1 + 20z_1 - D_1 \quad (9)$$

Burada;

V_1 : Birinci plan dönemindeki hacmini (103.46 m³/ha.),

z_1 : Yıllık cari artım miktarını (1.77 m³/ha.),

D_1 : Birinci plan dönemindeki ara hasılat etasını (15.78 m³/ha.) ifade etmektedir.

X_1P_3 ise Çsc2 meşcere tipinin üçüncü plan döneminde gençleştirilmesi durumundaki karar değişkeni olup, ikinci plan dönemindeki ara hasılat etası, 10 nolu formül yardımı ile 13.49 m³/ha. olarak hesaplanmıştır.

$$D_2 = V_2 D_{ara} / V_{opt} \quad (10)$$

Burada;

D_2 : İkinci plan dönemindeki ara hasılat etasını,

V_2 : İkinci plan dönemindeki hacmini,

D_{ara} : Hasılat tablosunun 80-100 yaşları arasında ayrılan ($58.75 \text{ m}^3/\text{ha.}$)

V_{opt} : Hasılat tablosunun 90 yaşındaki kalan meşcere hacmini ($535.93 \text{ m}^3/\text{ha.}$) ifade etmektedir.

X_1P_3 değişkeninin üçüncü satırdaki değeri, yani gençleştirme etası ise 11 nolu formül yardımı ile, $138.59 \text{ m}^3/\text{ha.}$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_3 = V_2 + 20Z_2 - D_2 \quad (11)$$

Burada;

V_2 : İkinci plan dönemindeki hacmini ($123.08 \text{ m}^3/\text{ha.}$),

z_2 : Yıllık cari artım miktarını ($1.45 \text{ m}^3/\text{ha.}$)

D_2 : İkinci plan dönemindeki ara hasılat etasını ($13.49 \text{ m}^3/\text{ha.}$) ifade etmektedir.

Yıllık cari artım ise, 12 nolu formül yardımı ile $1.45 \text{ m}^3/\text{ha.}$ olarak hesaplanmıştır.

$$z_2 = z_1 z_{90} / z_{70} \quad (12)$$

Burada;

z_{90} : Hasılat tablosunun 90 yaşındaki cari artım ($6.80 \text{ m}^3/\text{ha.}$) miktarını,

z_{70} : Hasılat tablosunun 70 yaşındaki cari artım ($8.31 \text{ m}^3/\text{ha.}$) miktarını ifade etmektedir.

2.2.7. Göğüs Yüzeyi Matrisi

Ormanların hidrolojik ve erozyonu önleme fonksiyonları arasında kuvvetli ve ters yönde bir ilişki vardır. Su verimini arttırmak amacıyla yapılacak silvikültürel işlemler, toprak erozyonunun artmasına neden olmaktadır. Meşcere göğüs yüzeyi ile su verimi arasında da ters bir ilişki bulunmaktadır. Meşcere göğüs yüzeyi arttıkça su verimi azalmaktadır (Asan ve Şengönül, 1987). Meşcere göğüs yüzeyi arttıkça, erozyonu önleme etkisi de artmaktadır (Kalıpsız, 1982).

Bu bilgiler dikkate alınarak, toprak erozyonu değerleri meşçere göğüs yüzeyine dayandırılmıştır. Araştırma alanındaki meşçerelerin göğüs yüzeyleri aşağıdaki yol izlenerek hesaplanmış ve Tablo 11'de 140 no'lu bölmedeki Çsc2 meşçeresine ait göğüs yüzeyi matrisleri verilmiştir. Optimal kuruluştaki meşçerelerin göğüs yüzeyleri hasılat tablolarından alınmıştır. 10 yaşındaki meşçerelerin göğüs yüzeyleri, hasılat tablolarında gösterilmediğinden bu yaşlardaki değerler tahmin edilmiştir. Aktüel meşçerelerin göğüs yüzeyi ise, 8 nolu formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$G_{akt} = G_{opt} \times V_{akt} / V_{opt} \quad (13)$$

Örneğin; Çsc2 meşçere tipinin X_1P_1 değerine ilişkin birinci plan dönemindeki göğüs yüzeyi $10.02 \text{ m}^3/\text{ha.}$ 'dir. Burada;

G_{akt} meşçere tipinin mevcut (hesaplanan) göğüs yüzeyi ($10.02 \text{ m}^2/\text{ha.}$),

G_{opt} meşçere tipinin 70 yaşındaki optimal göğüs yüzeyi ($51.64 \text{ m}^2/\text{ha.}$)

V_{akt} meşçere tipinin mevcut hacmi ($103.46-15.78 = 87.68 \text{ m}^3/\text{ha.}$)

V_{opt} hasılat tablosunun 70 yaşındaki kalan meşçere hacmi ($452.05 \text{ m}^3/\text{ha.}$)'dir.

Tablo 12. 140 nolu bölmedeki Çsc₂ meşçeresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden göğüs yüzeyi matrisi değerleri

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri				
	Göğüs Yüzeyi (m^2/ha)				
	X_{515P_1}	X_{515P_2}	X_{515P_3}	X_{515P_4}	X_{515P_5}
1	-	10.02	10.02	10.02	10.02
2	-	0	11.03	11.03	11.03
3	-	10.74	0	12.24	12.24
4	-	31.96	10.74	0	12.81
5	-	46.76	31.96	10.74	0

2.2.8. Toprak Erozyonu Matrisi

Araştırma alanındaki meşçerelerin toprak erozyonu miktarlarının hesaplanmasında Orm. Yük. Müh. Murat Bakkaloğlu tarafından doktora tez çalışması kapsamında alınan 83 adet örnekleme alanından yararlanılmıştır. Her örnekleme alanında toprak profili açılmış, toprak örnekleri alınmış ve meşçere kapalılığına bağlı olarak 8 cm.'in üzerindeki bireylerde

çap ölçümü yapılmıştır. Bu örnekleme alanlarının yerleri sayısallaştırılarak daha önceden oluşturulan araştırma alanı veri tabanına aktarılmıştır.

Toprak erozyonu değerleri 8 nolu universal toprak erozyonu denklemi kullanılarak her bir örnekleme alanı için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Wischmeier, 1976).

$$A = R \times K \times LS \times C \quad (14)$$

Burada A; toprak kaybı miktarını (ton), R; Doğu Karadeniz Bölgesi için daha önceden belirlenmiş olan yıllık Ortalama Erozyon İndeksini (R=74.3) göstermektedir. S eğim (%), L yamaç uzunluğu (m.), C ise bitki örtüsü faktörüdür.

$$LS = L^{0.5} (0.0138 + 0.00965 \times S + 0.00138 \times S^2) \quad (15)$$

LS faktörü, 9 nolu denklem kullanılarak hesaplanmıştır. Denklemdaki eğim (S) değerleri, daha önceden bilgisayar ortamına aktarılarak veri tabanında depolanan araştırma alanına ait eşyüksekti eğrili haritadan oluşturulan eğim haritasından elde edilmiştir. Yamaç uzunluğu (L) değerleri ise araştırma alanı 3 boyutlu sayısal arazi modeli üzerinden ölçülmüştür.

Bitki örtüsü faktörü (C) ise tam (3) kapalı meşcereler için 0.001, orta (2) kapalı meşcereler için 0.003 gevşek (1) kapalı meşcereler için de 0.009 olarak alınmıştır (Gül 1998; Mısır, 2001). Toprakların erodobilitiesi çok büyük ölçüde toprağın iç yapısını oluşturan fiziksel ve kimyasal özelliklerden kaynaklanmaktadır. Buradan hareketle toprağın kendi iç bünyelerine bağlı olarak toz+kum (%) ve kil (%) dikkate almak suretiyle, toprak erodobilite faktörü (K) belirlenmiştir.

Araştırma alanını oluşturan tüm meşcere tiplerinin toprak erozyonu miktarlarını belirlemek amacıyla, alınan bu 83 adet örnekleme alanından elde edilen toprak erozyonu miktarı ile göğüs yüzeyi arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda, toprak erozyonu miktarlarını bulmak amacıyla 11 nolu eşitlik geliştirilmiştir.

$$\ln TK = 2.553079 - 0.0650 \times GY \quad (16)$$

Denklemin belirtme katsayısı (R^2) 0.673 ve standart hatası (SE) ise, 0.5197 ton'dur. Denklemden (TK) toprak erozyonu miktarını (ton), (GY) ise göğüs yüzeyini ($m^2/ha.$) ifade etmektedir.

Tablo 13. 140 nolu bölmedeki $Çsc_2$ meşçeresine ait karar değişkenlerinin katsayılarını ifade eden toprak kaybı matrisi değerleri

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri				
	Toprak Kaybı (ton/ha)				
	X_{515P_1}	X_{515P_2}	X_{515P_3}	X_{515P_4}	X_{515P_5}
1	-	6.70	6.70	6.70	6.70
2	-	12.84	6.27	6.27	6.27
3	-	6.39	12.84	5.80	5.80
4	-	1.61	6.39	12.84	5.59
5	-	0.62	1.61	6.39	12.84

2.2.9.1. Ekonomik Matrislerin Geliştirilmesi

Ekonomik matrislerin geliştirilebilmesi, gelir ve giderlere ilişkin değerlere bağlıdır. Karanlıkdere İşletme Şefliğinin bağlı olduğu Gümüşhane İşletme Müdürlüğü'nün gelirleri tomruk, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun gibi ürünlerinin satışından oluşmaktadır. Satış gelirleri, piyasa, tahsis ve pazarlık, maliyet bedelli, tarifeli ve tarifesiz satışlardan elde edilmektedir. Odun ürününün gerçek değeri piyasa satışları ile olduğundan, gelire ilişkin değerlerin ortaya konmasında piyasa satışlarından yararlanılmıştır. Karanlıkdere Orman İşletme Müdürlüğü'nün giderleri, aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır.

1. Genel İdare Gideri : Tesisat tamiri gideri, hizmet vasıtası tamir ve bakım gideri, aylıklar, sağlık ve sosyal yardımlar, ek çalışmalar, tazminat ve ödüller, yolluklar, daimi işçi ücretleri, idari ve yardımcı hizmette çalışan geçici işçi giderleri, sigorta giderleri, büro giderleri, kıdem ve ihbar tazminatı, demirbaş tamirata giderleri, vergi giderleri, ulaştırma ve haberleşme giderleri, ağaçlandırma fonu, senelik amortismanlar, elektrik, su ve yakıt giderlerinden oluşmaktadır.

2. Orman Bakım Gideri : Gençlik bakımı, gençliklerde koruma, kültür bakımı, orman koruma giderlerinden oluşmaktadır.

3. Suni Gençleştirme Gideri

4. Ağaçlandırma Gideri

5. Orman Yolları Yapım Gideri

6. Orman Yolları Bakım Gideri

7. Üretim Gideri : Ölçme ve diğer giderler, kesme tomruklama gideri, sürütme ve toplama gideri, taşıma giderleri, istif giderleri, tasnif ve depolama giderleri, istihkak fazlalıkları ve yükleme giderlerinden oluşmaktadır.

8. Satış Gideri

Karanlıkdere Orman İşletme Müdürlüğü'nden alınan verilerde, ürün çeşitlerine göre gelir ve giderler bilinmesine rağmen, herhangi bir yaşta ya da çaptaki bir ağacın hacminin, ürün çeşitlerine göre dağılımı bilinmemektedir. Dolayısıyla, her hangi bir yaşta yapılan gençleştirme ya da bakım çalışması sonucunda, hangi ürün çeşidinden (tomruk, direk v.b.) ne oranda elde edilebileceğini saptamak için, Sun'un (1978) araştırmasından yararlanılmıştır. Ancak, bu çalışmada sadece tomruk, direk, sanayi odunu ve yakacak odun ürün çeşitleri için ürün çeşitleri hacim oranları verilmiştir. Bu nedenle, toplam bugünkü net değere göre geliştirilen modellerin amaç denklemi katsayılarının hesaplanmasında, Sun'un verdiği ürün çeşitleri hacim oranları kullanılmıştır.

Tablo 14. 2002 yılı için ürün çeşitlerine göre net gelir

	Ürün Çeşidi	Gelir (TL/m ³)	Gider (TL/m ³)	Net Gelir (TL/m ³)
Sarıçam	Tomruk	63.293.000	26.600.000	36.693.000
	Direk	47.616.000	26.600.000	21.016.000
	Sanayi Odunu	65.792.000	26.600.000	39.192.000
	Yakacak Odun	16.351.000	12.300.000	4.051.000
	Tomruk	77.835.000	26.600.000	51.235.000
Gökmar	Direk	50.481.000	26.600.000	23.881.000
	Sanayi Odunu	-	-	-
	Yakacak Odun	16.351.000	12.300.000	4.051.000

Ürün çeşitlerine göre net gelirler, ürünlerin piyasa satışlarından elde edilen gelirlerden, üretim giderlerinin çıkarılması ile bulunmuştur. 2002 yılı içinde yapılan satışlara bakıldığında, gökmar sanayi odunu satışının işletme tarafından gerçekleştirilmediği görülmüştür. Piyasada gökmar sanayi odunu sarıçamla yaklaşık aynı fiyata satılmaktadır. Bu nedenle gökmar sanayi odunu sarıçam ile aynı alınmıştır.

Tablo 15. 2002 yılı için hektar başına çeşitli giderler

Gider Çeşidi	Gider (TL/ha.)
Genel İdare	9.380.000
Orman Bakım	63.000.000
Doğal Gençleştirme	-
Yapay Gençleştirme	802.000.000
Ağaçlandırma	500.000.000
Orman Yolları Yapım	14.450.000
Orman Yolları Bakım	796.000
Satış	-

Gümüşhane Orman İşletmesi 2002 yılında genel idare giderlerine yaklaşık 294 milyar TL. harcamıştır. Ancak Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) beş Orman İşletme Şefliğinden (OİŞ) oluşmaktadır. Bilançolar işletme şefliği bazında değil işletme müdürlüğü bazında düzenlenmektedir. Her şefliğin büyüklüğü ve iş hacmi aynı değildir. Bu nedenle genel idare giderlerinin hesaplanmasında ormanlık alan büyüklüğü belirleyici olmuştur. Gümüşhane OİM.126.018 ha. ormanlık alana sahiptir, Karanlıkdere OİŞ’de bu rakam 20.677’dir. Bu yöntemle göre yapılan hesaplamalar sonucunda Karanlıkdere OİŞ’nin genel idare gideri hektarda 9.380.000 TL bulunmuştur.

Gümüşhane OİM’nde doğal gençleştirme için harcama yapılmamıştır. Gençleştirme çalışmaları sırasında yapılan alan temizliği, ölü ve diri örtü mücadelesi gibi işlemler işletmenin işçileri ve araçları ile yapılmaktadır. Bu giderler genel idare giderleri içerisinde yer almaktadır. Karanlıkdere OİŞ sınırı dahilinde bulunan ormanlarda 3 kapalı meşcere bulunmamakta, 2 kapalı meşcereler ise ormanlık alanın (OT dahil) ancak % 18’ini oluşturmaktadır. Bu nedenle, yapay gençleştirme, doğal gençleştirmeye tercih edilmektedir.

Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü’nden alınan birim alanda yapılan ağaçlandırma maliyeti, yapay gençleştirme maliyetinden daha az çıkmıştır. Bu durum, ağaçlandırma sahalarının suni gençleştirme sahalarına göre daha az eğimli ve buna bağlı olarak makinalı çalışmaya daha uygun olmasından ileri gelmektedir.

Tablo 16’da orman yolları yapım gideri 14.450.000 TL/ha. ve orman yolları bakım gideri ise 796.000TL/ha. olarak verilmiştir. Bu giderler aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Yol yapımı

- Yapılması gereken yol uzunluğu : 305.54 km.
- Yol yapım dönemi : 5 dönem (100 yıl)
- Her plan döneminde yapılması gereken yol uzunluğu : 61.10 km.

- Hektara düşen yol yapım uzunluğu : 20.677 ha./ 61.10 km. = 2.95 m/ha.
- Hektara düşen yol yapım gideri : 2.95 m. x 5.000.000 TL/m= 14.750.000 TL

Karanlıkdere OİŞ'de 108 km. yol bulunmaktadır. Ormanlık alan dikkate alındığında hektarda 20 m. yol yoğunluğu, odun üretimi amacıyla işletilen ormanlarda işletmeye açma oranını ideal kılmaktadır. Çalışmamızda toplam etanın maksimizasyonu amaçlardan birini oluşturacaktır. Toprak koruma ve odun üretimi amacıyla işletilen ormanların, yol yoğunluğunun ne olması gerektiği konusunda detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak bu amaçlarla işletilecek ormanların yol yoğunluğunun daha düşük olması gerekmektedir. Çalışmamızda, ormanlık alanlar dikkate alınarak 20 m./ha. yol yoğunluğu hedeflenmiştir. Bunun sonucunda 305.54 km. yola ihtiyaç vardır. Yapılması gereken yol uzunluğu beş periyoda (100 yıl) yayılmıştır. Böylece her plan döneminde 61.10 km. yol yapılması planlanmıştır.

Gümüşhane OİM'nde 2002 yılında satış giderleri için yaklaşık 49.000.000 TL harcama gerçekleştirilmiştir. Satış giderlerinin bu kadar düşük olmasının nedeni ihaleye katılanlardan belli bir ücret toplanması ve bu bedelin satış gideri olarak kullanılmasından ileri gelmektedir. Bu gider kalemi ihmal edilecek kadar küçük bir değer olduğundan ekonomik matrislerin geliştirilmesinde hesaplamalara dahil edilmemiştir.

2.2.9.2. Net Bugünkü Değer Kavramı

Gelecek dönemlerdeki gelir ve gider değerlerinin bugünkü net değere çevrilmesinde, 12 nolu formül kullanılmaktadır (Field, 1980).

$$K_o = K_n / (1 + p)^n \quad (17)$$

K_n : gelecek n dönemdeki gelir ya da gider,

K_o : bugünkü gelir ya da gider,

n : dönem sayısı ve

p : faiz oranı'dır.

Orman işletmelerinde idare süresi oldukça uzundur. Bu süre içinde, değişik dönemlerde ürün elde edilmekte, buna karşılık harcamalar yapılmaktadır. Çeşitli dönemlerde elde edilen ürün ve yapılan harcamaların karşılaştırılabilmesi için, bunların,

temel olarak kabul edilen bir zamandaki değerlerinin bulunması gerekir. Orman ve ormanın alt sistemi olan meşceredeki ürün, ağaç serveti olduğu için bir yılın artımı, gelecek yılda kapitalin bir parçası olma özelliğini kazanmaktadır. Ayrıca; işletme kapitali, idare süresi boyunca üretime ayrılmıştır. Bu nedenle, faiz işlemleri, bileşik faiz özelliğindedir (Günel, 1989).

Orman işletmelerinin kullandığı faiz oranları, genellikle piyasa faiz oranlarının altında kalmaktadır (Fırat, 1971; Günel, 1989). Bu durumu haklı gösteren nedenler şunlardır:

1. Orman işletmelerinin hasılatının güvence altında olması,
2. Yapılacak müdahalelerle odun hasılatını ve değerini artırmanın olanaklı olması,
3. Üretim süresinin uzun olması,
4. Likiditenin düşük olması.

Ekonomik durum esas alınarak geliştirilen modellerde, bugünkü net değer, aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır. Faiz oranı da % 3 seçilmiştir.

$$BND = \sum_{n=1}^m (B_t / (1+r)^n) - \sum_{n=1}^m (C_t / (1+r)^n) \quad (18)$$

Burada,

BND : Bugünkü net değer,

Bt : Gelirler,

Ct : Giderler,

r : seçilen gerçek faiz oranı (iskonto oranı % 3),

n : planlama dönemi (100 yıl) ve

m : plan dönemi sayısını (5) tanımlar.

Gelirler, tomruk, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun satışından elde edilmektedir. Giderler, tomruk, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun üretim gideri ile gençleştirme, ağaçlandırma, orman yolları yapım, orman yolları bakım, satış ve genel idare giderlerinden oluşmaktadır.

2.2.9.3. Net Bugünkü Değerin Hesaplanması

Amaç denkleminde yer alan karar değişkenlerine ilişkin bugünkü net değer hesaplanması için meşcerelerin gençleştirme ve bakım kesimi uygulanacağı yaştaki orta

Tablo 16. 140 nolu bölmedeki Csc_2 meşçeresinin X_{515P_2} karar değişkenine ait katsayıları ifade eden odun üretimi net bugünkü değer hesabı ve matris değerleri (1.000.000 TL)

Periyot	Periyot Ortası Yaş (Yıl)	Meşçere Kesim Miktarı ($\text{m}^3/\text{ha.}$)	Orta Çap (cm.)	Ürün Çeşitleri Oranları (%)						Ürün Çeşitleri Oranları (m^3)					
				Tomruk	Direk	S. Odunu	Y. Odun	Tomruk	Direk	S. Odunu	Y. Odun	Toplam Net Gelir (TL/ha.)			
												Y. Odun	S. Odunu		
1	70	15.78	17	34	28	39	0	5.7	4.7	6.6					
2	90	123.08	23	27	23	17	5.7	6.2	5.2	3.9					
3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
4	30	52.74	5	0	18	36	0	0	0.9	1.8					
5	50	60.94	11	4	32	28	0	0.4	3.5	3.0					
Ürün Çeşitlerine Göre Birim Net Gelir (TL/ m^3)				Ürün Çeşitlerinin Göre Net Gelir (TL/ha.)						Toplam Net Gelir (TL/ha.)					
Tomruk				Tomruk		Direk		S. Odunu		Y. Odun		Toplam Net Gelir (TL/ha.)			
1	36.693	21.016	39.192	0	112.7	173.1	24.9	310.8							
2	36.393	21.016	39.192	1129.0	698.3	1109.4	84.7	3021.6							
3	36.693	21.016	39.192	0	0	0	0	0							
4	36.693	21.016	39.192	0	0	785.4	34.1	819.6							
5	36.693	21.016	39.192	0	512.2	764.2	36.1	1345.6							
Giderler (TL/ha.)				Toplam Gider (TL/ha.)		Net Gelir (TL/ha.)		Net Bugünkü Değer Faktörü							
Doğal Gençleşti rme				Orman Bakım		Yol Bakım		Genel İdare							
1	0	14.7	0.7	1.2	26.1	284.6	0.74	210.6							
2	0	14.7	0.7	1.2	26.1	2995.4	0.41	1228.1							
3	0	14.7	0.7	1.2	26.1	-26.1	0.23	-6.0							
4	0	14.7	0.7	1.2	26.1	793.4	0.13	103.1							
5	0	14.7	0.7	1.2	26.1	1319.4	0.07	92.3							

çapı ve buna bağlı olarak elde edilecek ürün çeşitlerine göre hacim oranlarının bilinmesi gerekir. Bunun için, meşcerelerin hakim ağaç türleri, bonitetleri ve yaşları dikkate alınarak hasılat tablolarından orta çapları bulunmuştur.

Kesim miktarları daha önce elde edilen hasılat matrisi değerleridir. Hacmin ürün çeşitlerine göre dağılımı Sun (1978)'dan alınmıştır. Genellikle ibreli ağaçlarda tomruk soyulmakta fakat diğer ürün çeşitleri kabuklu satılmaktadır. Bu nedenle, tomruk için kabuksuz, diğer ürün çeşitleri için ise kabuklu hektardaki ürün çeşitleri oranları kullanılmıştır (Tablo 16).

2.2.9.4. Toprak Kaybı Net Bugünkü Değer Hesabı

Toprak kaybı net bugünkü değer hesabının yapılmasında daha önce hesaplanan toprak kaybı matrisleri kullanılmıştır.

Tablo 17. 140 nolu bölmedeki Csc_2 meşceresinin X_{515}P_2 karar değişkenine ait toprak kaybı net bugünkü değer hesabı ve katsayıları

Plan Dönemi	Toprak Kaybı (ton/ha./yıl)	Periyotta Kaybolan Toprak Miktarı (ton/ha/periyot)	Kaybolan Toprak Bedeli (1.000.000 TL)	Şimdiki Değer Faktörü	Şimdiki Değer (1.000.000 TL)
1	6.70	134.0	3484	0.74	2578
2	12.84	256.8	6676	0.41	2737
3	6.39	127.8	3322	0.23	764
4	1.61	32.2	837	0.13	108
5	0.62	12.4	322	0.07	22

Yıllık kaybolan toprak miktarı 20 ile çarpılarak periyotta kaybolan toprak miktarı bulunmuştur. Bu değer bir ton toprak bedeli ile çarpılarak bir periyot için kaybolan toprağın bedeli bulunmuştur (Tablo 18). Bir ton toprağın bedelinin belirlenmesinde K.T.Ü. Orman Fidanlığında kullanılan toprağın maliyet bedelinden gidilmiştir. K.T.Ü. Orman Fidanlığı 1 m³ toprağı 45.000.000 TL'ya mal etmektedir. Ancak orman toprakları humusça yaklaşık % 10 daha zengindir¹.

¹ Prof. Dr. Hasan Zeki KALAY ile 23.07.2003 tarihinde yapılan sözlü görüşme.

Toprakların yoğunluğu toprak tekstürüne ve organik madde miktarlarına göre değişmektedir. Kumlu toprakların yoğunluğu 1.9 gr/cm^3 olarak alınabilir (Irmak, 1972). Böylece 1 m^3 toprak 1.9 ton gelmektedir. Organik madde miktarı (% 10 humus) da dikkate alınırsa 1 ton toprağın maliyeti 26.316.000 TL olmaktadır.

2.2.10.1 Modelin Kurulması

Karanlıkdere OİŞ'de 11914.11 ha.'OT alanı bulunmaktadır. Toplam alanının % 45'ini, ormanlık alanının % 57'sini OT'ler oluşturmaktadır. Bu nedenle modeller OT'li ve OT'siz olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır.

Son hasılatı konu meşcerelerin belli olgunlukta olmaları istenmiştir. Bu nedenle idare süresi her iki ağaç türü için de 90 yıl alınmıştır.

OT'ler geliştirilen modeller sayesinde her periyotta ağaçlandırılabilir. Ancak ilk periyotta ağaçlandırılan OT'ler son hasılatı konu olabilmekte, son periyot hariç diğer periyotta ağaçlandırılan alanlardan yalnızca ara hasılat alınmaktadır.

a çağındaki Ga ve Çsa meşcereleri yaşlarının 10 veya 30 olmasına göre son periyotta veya son 2 periyotta gençleştirilebilmektedir.

Su taşkınlarının etkisini azaltmak, yer altı su kaynaklarını beslemek, erozyon, sediment ve diğer kirleticileri azaltmak, yaban hayatı için barınak ve besin sağlamak ve kaynağı belli olmayan kirliliği azaltmak amacıyla sürekli ve birinci sınıf kuru derelerin çevresinde tampon ya da zon veya su kenarı ormanları (SKO) ayrılmıştır. SKO su yatağındaki şevleri kuvvetlendirerek sediment miktarını azaltmakta ve nitrat oluşumunu önlemektedirler

SKO biyolojik çeşitlilik açısından da önemlidir. Bu alanlar yaban hayatı açısından oldukça verimlidir. Kuşlar, memeliler, sürüngenler ve diğer canlılar; beslenmek, büyümek, saklanmak ve dinlenmek için bu alanları kullanırlar. Su Kenarı Ormanlarının iklimi ılımanlaştırma etkisi de mevcuttur. Bu alanlar yazın serin ve nemli, kışın ise ılık ve az karlıdır. Temiz su, yaban hayatı, balık ve insanoğlu için gereklidir. Bu alanlardaki bitki çeşitliliği ve fazlalığı su kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. SKO'larındaki mevcut vejetasyon ve kök sistemi su kenarındaki toprağı stabil hale getirmekte ve dere, ırmak, gölet, baraj ve nehirlere akan sediment miktarını azaltmaktadır (Sivrikaya ve Köse, 2003).

Tüm alanlar için sabit zon (buffer) genişliği yoktur. Çünkü bir çok faktör bu genişliği etkilemektedir. Bu faktörler eğim, toprak tipi, dere, ırmak, gölet, baraj ve nehirlere

sınır olan alanların kullanım şekli, vejetasyon tipi ve havza durumudur. Su kenarlarında oluşturulacak zon genişliğinin tespiti iki aşamadan oluşur. Birincisi; su akış şekli ve eğim dikkate alınarak standart veya sabit genişlik belirleme diğeri ise, karışım, yaş, vejetasyon durumu, alanın jeomorfolojisi, mevcut hayvan ve bitki türleri gibi mevcut alan koşullarını dikkate alarak çeşitli zon genişliği belirlemektir. Genelde tavsiye edilen minimum zon genişliği 15-30 m'dir (Sivrikaya ve Köse, 2003).

Zon genişliği sürekli derelerde 100 m., birinci sınıf kuru derelerde ise 50 m. alınmıştır. Zonlar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla belirlenmiştir. Böylece 100 m. olarak oluşturulan zonlar 452 ha., 50 m. olarak oluşturulan zonlar ise, 434 ha. olmak üzere tüm zonlar toplam 887 ha. alan kaplamıştır. Bu da toplam alanının %4.3'ünü ifade etmektedir. Zon genişliği 50 m. olan alanlarda son hasılat etası alınmamış, yani gençleştirme yapılmamış, bakım etası alınmıştır. Bakım etasının ise seçme şeklinde alınacaktır. Zon genişliği 25 m. olan meşcerelerde ise hem gençleştirme hem de bakım etası alınmıştır. Gençleştirme tıraşlama şeklinde olmayacak, grup veya küme şeklinde, bakım ise seçme şeklinde olacaktır.

Özel statülü alanlar, yani zon içinde kalan meşcereler hariç bütün meşcereler planlama yörüngesi (100 yıl) içinde kesilecektir.

1 kapalı ve bozuk meşcerelerden bakım etası alınmayacak ancak bu alanlar son hasılat etasına konu olabileceklerdir.

Gençleştirmeye alınan meşcerelerden gençleştirme yapılan periyottan sonraki ilk periyotta bakım etası alınmamıştır.

Çalışma alanında genellikle OT ya da bozuk alanlardan oluşan çok büyük meşcereler bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 400 ha.'ın üzerindeki meşcereler daha küçük parçalara bölünmüştür. Bölme işlemi sırasında sınırlar belirgin dere ve sırtlara dayandırılmıştır. Böylece monokültür oluşumu bir dereceye kadar önlenmeye çalışılmıştır.

2.2.10.2. Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

Model, doğrusal programlama modeli olarak geliştirilmiştir. Amaç denklemi sayısı, idare süresi sonundaki toplam etanın ve odun üretiminden elde edilen bugünkü net değer en iyilenmesi, toprak kaybının ve toprak kaybı sonucu oluşan bugünkü net değer minimize edilmesi olmak üzere dört tanedir. Kısıtlayıcı denklemler ise alan, toprak erozyonunu önleme, periyotlararası eta, net bugünkü değer ve toprak kaybı değişimi gibi

çeşitli parametrelerden oluşturulmuştur. Karar değişkenleri, araştırma alanında bulunan 866 adet meşcereden elde edilmiştir.

1 – Amaç Denklemleri

$$a. Z_{\max} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}x_{ij} \quad (19)$$

$$b. Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij}x_{ij} \quad (20)$$

$$c. Z_{\max} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (21)$$

$$d. Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij}x_{ij} \quad (22)$$

2 – Kısıtlar

$$a. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}x_{ij} \leq b_i \quad (23)$$

$$b. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij}x_{ij} \leq b_i \quad (24)$$

$$c. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \quad (25)$$

$$d. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq T_j \text{ (Alan kısıtı)} \quad (26)$$

$$e. (1-y)H_i + H_{i+1} \geq 0 \text{ (Periyotlararası eta değişimi kısıtı)} \quad (27)$$

$$f. (1+y)H_i + H_{i+1} \leq 0 \quad (28)$$

3 – Pozitiflik koşulu

$$x_j \geq 0 \quad (29)$$

Burada; 14 nolu denklemde planlama süresi boyunca elde edilecek toplam odun üretiminin (m^3) ve 16 nolu denklemde odun üretiminden elde edilecek net bugünkü değer (TL) eniyilenmesi, 15 nolu denklemde gerçekleşecek toplam toprak kaybının (ton) ve 17 nolu denklem ile de toprak kaybı sonucu meydana gelecek olan net bugünkü değer (TL) minimizasyonu amaçlanmıştır.

Burada;

x_{ij} : j meşceresinin i. periyotta gençleştirmeye tabi tutulacak alanını (ha.),

a_{ij} : j meşceresinin i. periyotta a amaç fonksiyonundaki katsayısı (j meşceresinin toplam etası m^3)

b_{ij} : j meşceresinin i. periyotta b amaç fonksiyonundaki katsayısı (j meşceresinden gerçekleşecek toplam toprak kaybı ha./ton/yıl)

c_{ij} : j. meşceresinin i. periyotta c amaç fonksiyonundaki katsayısı (j meşceresinin odun üretiminden elde edilecek NBD TL)

d_j : j. meşceresinin i. periyotta d amaç fonksiyonundaki katsayısı (j meşceresinden gerçekleşecek toprak kaybının NBD'si TL)

aa_{ij} : j meşceresinin i. periyotta a kısıtındaki katsayısı (j meşceresinde oluşan toplam toprak kaybı ton/year)

bb_{ij} : j meşceresinin i. periyotta b kısıtındaki katsayısı (j meşceresinin toplam etası m^3)

b_i : Sağ taraf değerleri,

m : Periyot sayısı (5)

n : Meşcere sayısı (866)

T_j : j meşceresinin alanı (ha.)

H_i : i periyodundaki toplam eta (m^3)

y : Eta değişimi (± 0.1) ifade etmektedir.

2.2.11. Planlama Stratejilerinin Oluşturulması

Ülkemizde halen uygulanmakta olan amenajman planlarının en önemli eksiklerinden birisi bu planların belli formatta üretilmesi, işletme sahibine alternatifler sunamaması ve buna bağlı olarak da işletme sahibinin bunlar içerisinde işletme amacına bağlı olarak seçim yapamamasıdır. İşletme sahibine alternatifler oluşturup, bunlar içerisinde seçim yapma imkanı verebilmek amacıyla çalışma alanı için 23 adet strateji geliştirilmiştir. Ormanlık alanın yaklaşık yarısını OT alanları oluşturduğu için modeller OT'li ve OT'siz olmak üzere iki grupta çözülmüştür. OT'li modeller için oluşturulan 4 stratejinin amaç denklemi etadan elde edilen net bugünkü değer maksimizasyonunu, 3 adedi planlama süresi boyunca elde edilecek etanın maksimizasyonunu, 3 adedi toprağın net bugünkü değerinin minimizasyonunu ve 2 adedi de toprak kaybının minimizasyonunu amaçlamaktadır. Amaç denklemlerine çeşitli kısıtlar eklenerek alternatif karar verme stratejileri oluşturulmuştur (Tablo 17). Örneğin S5'in amaç fonksiyonu planlama süresi

sonunda toplam etanın maksimum yapılması iken, periyotlar arası eta değişiminin en fazla % 10 olması kısıt olarak yer almaktadır.

Tablo 18. Stratejilerin amaç ve kısıtları

Stratejiler	Amaç	Kısıtlar	
		1. Kısıt	2. Kısıt
S1	ENBD Max	% 10 ENBD	
S2	ENBD Max	% 10 ENBD	AĞAÇ
S3	ENBD Max	% 10 ENBD	TNBD ≤ 105.000.000
S4	ENBD Max	OPA	
S5	E Max	% 10 E	
S6	E Max	% 10 E	T ≤ 947.000
S7	E Max	OPA	
S8	TNBD Min	% 10 ENBD	
S9	TNBD Min	ENBD	
S10	TNBD Min	OPA	
S11	T Min	% 10 E	
S12	T Min	OPA	
S13	ENBD Max	% 10 ENBD	
S14	ENBD Max	% 10 ENBD	TNBD ≤ 52.500.000
S15	ENBD Max	OPA	
S16	E Max	% 10 E	
S17	E Max	% 10 E	TK ≤ 275 000
S18	E Max	OPA	
S19	TNBD Min	% 10 ENBD	
S20	TNBD Min	ENBD	
S21	TNBD Min	OPA	
S22	T Min	% 10 E	
S23	T Min	OPA	

Burada:

S1 : 1 numaralı stratejiyi,

ENBD Max : Toplam etanın net bugünkü değerinin eniyilenmesini,

% 10 ENBD : Periyotlar arası etanın net bugünkü değerinin % 10'u geçmemesini,

AĞAÇ : Periyotlararası eşit ağaçlandırmayı,

TBND : Toplam toprak kaybının net bugünkü değerini,

OPA : Optimal periyodik alanı,

TBND Min : Toplam toprak kaybının net bugünkü değerinin minimizasyonunu,

E Max : Toplam eta miktarının en iyilenmesini,

% 10 E : Periyotlar arası eta farkının % 10'u geçmemesini,

T Min : Toplam toprak kaybının minimizasyonunu, ifade etmektedir.

Örneğin 1 numaralı strateji olan S1'in amaç denklemi toplam etanın net bugünkü değerinin en iyilenmesidir. Meşcerelerin kesiminden elde edilen toplam etanın net bugünkü değerinin periyotlar arası % 10'u geçmemesi ise kısıtı oluşturmaktadır. S1'e, ağaçlandırma alanlarının periyotlararası eşit olması koşulu getirilerek S2 oluşturulmuştur.

İlk 12 strateji OT'li modeller için söz konusu iken, 13-23 numaralı stratejiler OT'siz alanlar için söz konusudur.

2.2.12.1. Klasik Plan

Ülkemizde hale uygulanmakta olan klasik planlarda odun üretimi amacı söz konusu olmakta ormanın görmüş olduğu diğer fayda ve fonksiyonlardan yararlanma istenilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Bu planlar asli ağaç türünün idare süresine bağlı olarak 10 veya 20 yıllık olmakta dolayısıyla taktiksel plan özelliği göstermektedirler. Orman ekosisteminin sürekliliği işletme sınıfı bazında sağlanmaya çalışılmaktadır. Optimal kuruluş her işletme sınıfı için hesaplanmakta ve kısmen etanın sürekliliği sağlanmaktadır.

Geliştirilen modellerin sonuçlarını ülkemizde halen uygulanmakta olan klasik plan sonuçları ile karşılaştırabilmek amacıyla, çalışmada OT'li alanlar için klasik yaklaşımla da bir adet strateji geliştirilmiştir.

Klasik yaklaşımla geliştirilen stratejide, diğer modellerde olduğu gibi planlama süresi 100 yıl ve periyot sayısı da 5 olarak alınmıştır. Aslında bir plan periyodu için yapılan klasik plan, aynı yöntem kullanılarak diğer model planlarla karşılaştırabilmek amacıyla 100 yıl için düzenlenmiştir. Her periyotta eşit alanın gençleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Bunun için idare süresini doldurmuş meşcerelerden başlamak üzere tüm meşcereler 100 yıl içinde gençleştirilmiştir. Her periyotta eşit alanının ağaçlandırılacağı varsayılmıştır. İlk periyotta ağaçlandırılan alanlara, diğer modellerde olduğu gibi son periyotta gençleştirme imkanı verilmiştir. Bakım etası olarak, Karanlıkdere bölgesi için OGM tarafından hazırlanan amenajman planındaki meşcere tipleri için kararlaştırılan bakım etaları kullanılmıştır.

2.2.12.2. Klasik Plan Sonucunda Elde Edilen Net Bugünkü Değerin Hesabı

Klasik planlarda alınan toplam etanın net bugünkü değerini hesaplamak amacıyla, gençleştirilen meşcerelerin ortalama 100 yaşında gençleştirildiği varsayılmış ve ürün çeşitleri bu yaştaki orta çapa göre hesaplanmıştır. rn çeşitlerinin ortaya konmasında Sun (1978)'den yararlanılmıştır. Gelir ve giderlerin hesabında, geliştirilen stratejilerle aynı veriler kullanılmış, faiz oranı da yine % 3 olarak alınmıştır.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Karanlıkdere OİŞ'ni çok amaçlı planlamak amacıyla 23 adet değişik strateji içeren doğrusal programlama modelleri geliştirilmiş ve çözülmüştür. Bu stratejilerden 12 adedi OT alanlarını da kapsamaktadır. Geri kalan 11 adet stratejide ise OT alanları modellere dahil edilmemiştir. Modellerin oluşturulmasında odun üretiminin eniyilenmesi, odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilenmesi, toprak kaybının minimizasyonu ve toprak kaybı ile oluşan NBD'nin minimum yapılması olmak üzere dört değişik amaç fonksiyonu esas alınmıştır. Her amaç fonksiyonu için de farklı stratejiler geliştirilmiştir.

Oluşturulan doğrusal programlama modellerinin çözümü sonucunda elde edilen bulgular;

1. Odun üretiminin eniyilenmesi
2. Odun üretiminden elde edilen NBD'in eniyilenmesi
3. Toprak kaybının minimum yapılması
4. Toprak kaybı ile oluşan NBD'in minimum yapılması başlıkları altında, klasik plan bulguları ise ayrıca verilmiştir.

3. 1. Klasik Plan

Karanlıkdere bölgesi için klasik planlama yaklaşımı esas alınarak oluşturulan planlama modelinin çözümü sonucunda elde edilen veriler Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 19. Klasik plan sonuçları

Periyot	I	II	III	IV	V
Bakım etası (m ³)	29597.5	28876.1	149304.3	325259.8	502774.3
Genleş. etası (m ³)	170481.3	160032.2	178623.8	240839.2	690129.0
Toplam eta (m ³)	200078.8	188908.3	327928.1	566099.0	1192903.0
Ağaçlandırma (ha.)	3937.4	1782.3	1778.5	1782.2	2633.6
Gençleştirme (ha.)	1700.7	2354.6	2349.3	2351.7	1500.7
OPA (ha.)	4134.4	4133.9	4127.8	4136.9	4138.2

Gençleştirme ve bakım etalarının dolayısıyla toplam etanın planlama süresi boyunca ilk periyottan itibaren giderek arttığı görülmektedir. Aktüel ve optimal meşçere hacimleri

arasındaki fark çok büyük olduğu için gençleştirilen ve ağaçlandırılan meşcerelerden yüksek ara hasılat ve son hasılat etası alma imkanı doğmuştur.

En fazla aralama ve gençleştirme etası ve buna bağlı olarak toplam eta 5. periyotta elde edilmiştir. Çünkü, ilk periyotta ağaçlandırılan OT'ler son periyotta gençleştirilmiş, ilk periyotlarda gençleştirilen meşcerelerin optimal gelişimi ile büyük miktarlarda bakım etası alınmıştır.

Odun üretiminden elde edilen NBD ise odun üretimine paralel olarak 5. periyotta en fazla olmuştur (Tablo 19).

Tablo 20. Klasik plan için periyotlara göre odun üretiminden elde edilen NBD miktarları

Periyotlar	NBD (1000.000 TL)
1	1.762.298
2	1.171.091
3	1.466.013
4	1.658.747
5	2.067.023

3.2. Odun Üretimini Eniyilenmesi

Çalışma kapsamında geliştirilen 23 adet stratejiden 5., 6., ve 7. stratejilerde planlama süresince boyunca elde edilecek toplam odun üretiminin eniyilenmesi amaçlanmıştır. 5. stratejinin (S5) amaç fonksiyonu toplam etanın maksimum yapılmasıdır. Kısıt olarak ise periyotlararası eta değişiminin % 10'dan fazla olmaması yer almaktadır. 6. strateji (S6), S5'e planlama süresi boyunca oluşacak toplam toprak kaybı miktarının 18.9 milyon tonu geçmemesi kısıtı eklenerek oluşturulmuştur. Bu miktar amaç fonksiyonu ve eta değişimine bağlı olarak modelin çözebildiği en az toprak kaybı miktarıdır. Bu değerden daha küçük bir toprak kaybı miktarı girildiğinde optimal çözüm bulunamamıştır. 7. strateji ise (S7), S5'in amaç fonksiyonuna, periyodik faydalanma alanının eşit olması kısıtı eklenerek oluşturulmuştur. Bu üç strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.7 mil. m³ ile S7 stratejisi ile sağlanmıştır (Tablo 20). Periyotlar dikkate alındığında ise, yine S7 ile 5. periyotta 2.5 milyon m³ toplam eta elde edilmiştir. Bu sonucu S7, ilk üç periyotta OT'leri ağaçlandırarak elde etmiştir.

Burada;

E 1 : 1. periyotta elde edilen toplam etayı (m^3),

ENBD1 : 1. periyotta odun üretiminden elde edilen net bugünkü değeri (TL),

GE 1 : 1. periyotta elde edilen gençleştirme etasını (m^3),

BE 1 : 1. periyotta elde edilen bakım etasını (m^3),

T 1 : 1. periyotta meydana gelen toplam toprak kaybı miktarını (ton),

TNBD 1 : 1. periyotta toprak kaybının net bugünkü değerini (TL),

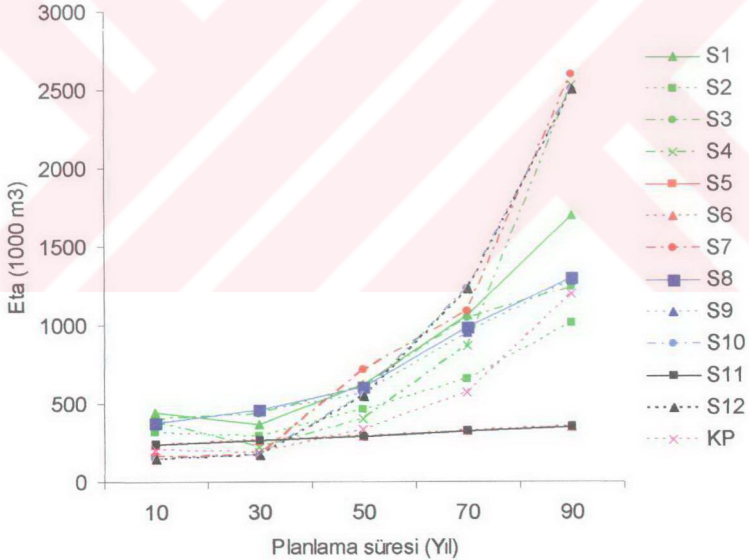
GA 1 : 1. periyotta gençleştirilen alanı (ha.),

AA 1 : 1. periyotta ağaçlandırılan alanı (ha.)

OPA1 : Periyodik faydalanma alanını (ha.),

TENBD : Odun üretiminden elde edilen toplam net bugünkü değeri (TL) ifade

etmektedir.

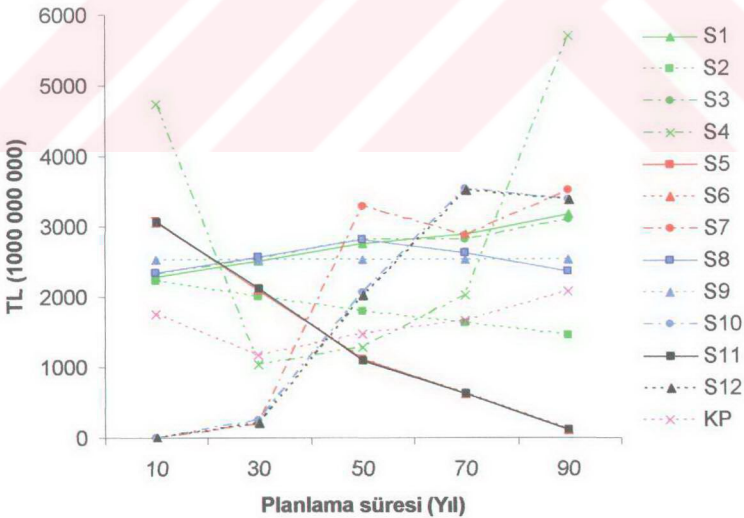


Şekil 6. Çeşitli stratejilere göre toplam etanın planlama süresi boyunca değişimi

Planlama süresi boyunca toplam etanın gittikçe artan bir özellik gösterdiği anlaşılmaktadır. S4, S7, S10 ve S12'nin son periyotta diğer stratejilere oranla çok yüksek miktarda eta sağladıkları görülmektedir (Şekil 3). Bunun nedeni bu stratejilerin periyodik faydalanma kısıtı içermeleri buna karşın diğer stratejilerin periyotlararası eta, ENBD ve TNBD kısıtı içermeleridir. S5, S6 ve S11'in ise planlama süresi boyunca daha durağan bir seyir izlediği anlaşılmaktadır.

S5 ve S6'da etanın periyotlara göre % 10 değişimi kısıt olarak yer aldığından, bu stratejilerde, OT'ler son periyotta ağaçlandırılmışlardır. En fazla toplam gençleştirme ve bakım etaları da yine S7 ile elde edilmiştir. En fazla gençleştirme etası yaklaşık 1.9 mil. m³ ile 5. periyotta, en fazla bakım etası ise, 699187 m³ ile 4. periyotta sağlanmıştır. En büyük gençleştirme alanı, 4121 ha. ile 4. ve 5. periyotlarda S7'de ayrılmıştır. Toplam gençleştirme alanı 12572 ha. ile S7'de en fazla olmuştur.

Odun üretiminden elde edilen NBD, stratejilere göre planlama süresi boyunca oldukça karmaşık bir yapı göstermektedir (Şekil 4). S5, S6 ve S11 gittikçe azalan bir eğilim gösterirken, S10 ve S12 gittikçe artmakta buna karşın S1, S3, S8 ve S9 durağan bir yapı göstermektedir.

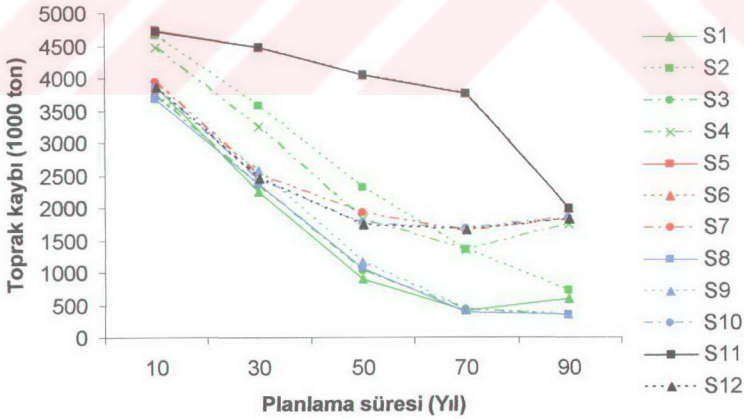


Şekil 7. Çeşitli stratejilere göre odun üretiminden elde edilen NBD'nin planlama süresi boyunca değişimi

S4 ise ilk periyotta çok yüksek değer alırken, ikinci periyotta çok azalmakta, sonraki periyotlarda kısmen artarken son periyotta en uç noktasına ulaşmaktadır.

Karanlıkdere planlama biriminin ormanlık alanı 8762 ha.'dır. Müdahale edilmeyen dere kenarı ormanları çıkarıldığında 8692 ha. ormanlık saha kalmaktadır. İlk periyotta ağaçlandırılan sahalara son periyotta kesilebileceği için gençleştirme alanı, toplam ormanlık alandan fazla çıkmıştır. Odun üretiminin maksimum yapılmasının amaçlandığı S7'de, ilk üç periyotta bütün OT alanları ağaçlandırmış ve bunların bir kısmını son periyotta gençleştirilmiştir. Elde edilen etanın yaklaşık % 40'ı son periyotta alınmıştır. Bunun nedeni ise ağaçlandırılan alanların veya gençleştirilen meşcerelerin optimal büyümesi ve buna bağlı olarak alınan etanın aktüel servetten fazla olmasıdır. Meşcerelerin aktüel serveti genelde hektarda 80-110 m³ arasında değişmektedir. Meşcereler gençleştirildiğinde ise, iki periyot sonra yaklaşık olarak ha.'da 50 m³ ara hasılat alınmaktadır. Son hasılat etası ise ha.'da 500 m³'ü bulmaktadır. Diğer iki seçenekte ise, periyotlararası eta değişim oranının % 10'dan fazla olmaması öngörüldüğünden, ağaçlandırmalar ağırlıklı olarak son periyotta yapılmıştır.

Toprak kaybı miktarları, planlama süresi boyunca gittikçe azalan logaritmik bir eğri çizmektedir (Şekil 5).



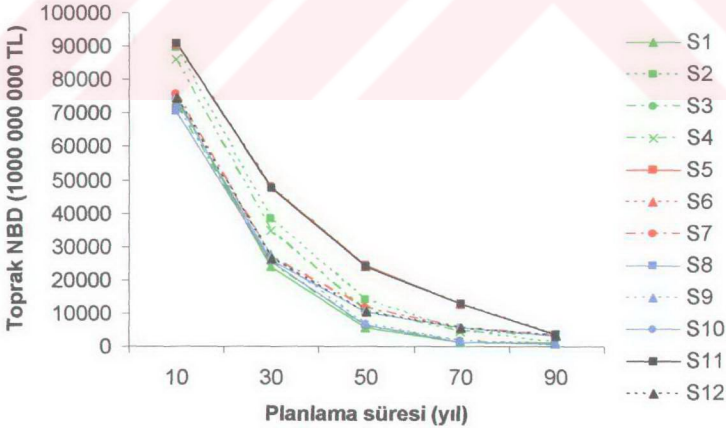
Şekil 8. Çeşitli stratejilere göre toprak kaybı miktarının planlama süresi boyunca değişimi

S5, S6 ve S11'de bu azalış son periyot hariç daha az olurken, diğer stratejilerde daha hızlıdır. S4, S7, S10 ve S12' de son periyotta toprak kaybı miktarında az da olsa bir artış göze çarpmaktadır. Bunun sonuç, ilk periyotta ağaçlandırılan OT'lerin gençleştirilmesi, azalan göğüs yüzeyine bağlı olarak toprak kaybının artması ile açıklanabilir.

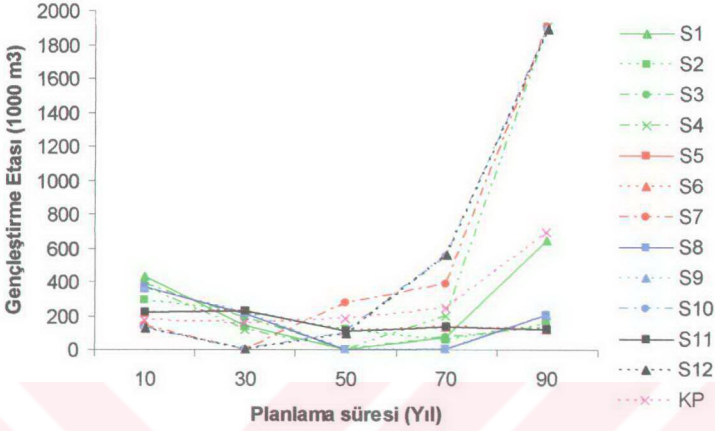
Odun üretiminin NBD'si 9.85 trilyon TL ve 5. periyotta da yaklaşık 3.5 trilyon TL ile S7'den elde edilmiştir. Yine toplam toprak kaybı sonucunda oluşan NBD toplam 9.8 trilyon TL'dir.

En fazla toprak kaybı miktarı 18.96 milyon ton olarak S5'de gerçekleşmiştir. Periyotlar içinde en fazla toprak kaybı miktarı 1. periyotta 4734 bin ton ile S5'te oluşmuştur. 6. stratejinin ürettiği toprak miktarı 5. stratejiye çok yakındır. Bu nedenle S6'dan elde edilen diğer parametreler (toplam eta, ENBD, TNBD vs.) S5 ile çok az farklılık göstermektedir. Geliştirilen stratejiler arasında en büyük toplam TNBD 179 trilyon TL olarak bulunmuştur. Bu değer toplam eta NBD'den elde edilen 18.9 trilyon TL ile karşılaştırıldığında yaklaşık 10 katı olduğu görülmektedir.

Toprak kaybı ile gerçekleşen NBD ise, toprak kaybına benzer bir yapı göstermekte ve planlama süresi boyunca giderek azalan bir gelişim seyretmektedir (Şekil 6).



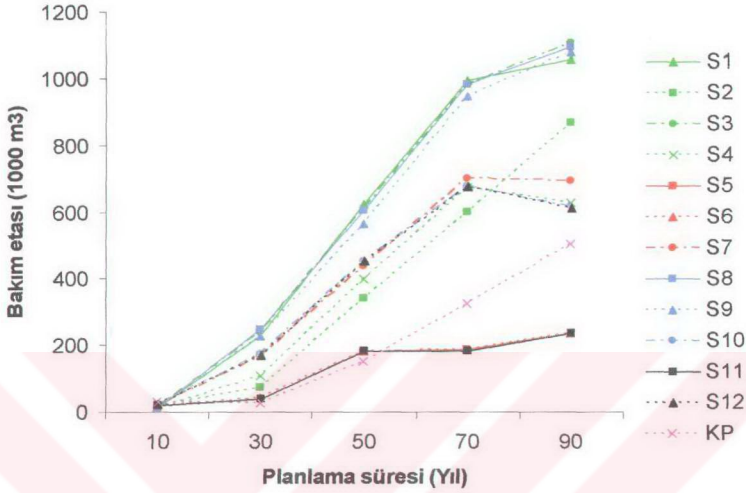
Şekil 9. Çeşitli stratejilere göre toprak kaybı sonucu meydana gelen NBD'nin planlama süresi boyunca değişimi



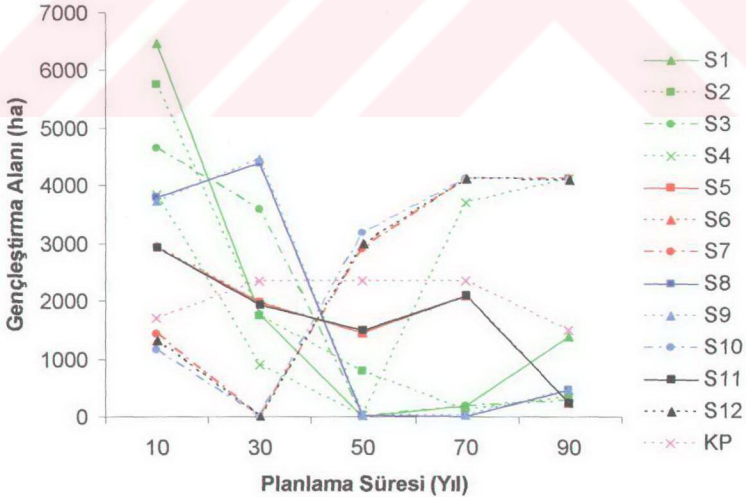
Şekil 10. Çeşitli stratejilere göre gençleştirme etasının planlama süresi boyunca değişimi

En büyük ağaçlandırma alanı 11246 ha. ile S6 'da ayrılrken her üç stratejinin (S5, 6, 7) toplam ağaçlandırma alanları birbirine eşittir (Şekil 10). Bu üç strateji toplam etanın maksimum yapılmasını amaçladığı halde, tüm stratejiler arasında en düşük üç toplam etadan ikisi S5 ve S6 ile elde edilmiştir. S5 ve S6 toprak kaybı, toplam eta, gençleştirme etası gibi çeşitli parametreleri aynı miktarda üretmektedir. Dolayısıyla bu iki stratejide yer alan etadaki periyotlararası % 10 değişim miktarı, etanın maksimum yapılmasında önemli bir kısıttır. Periyotlararası eta farkı % 100 oranında artabilecek iken, periyotlararası eta akışının kısıtlanması bu sonucu doğurmuştur.

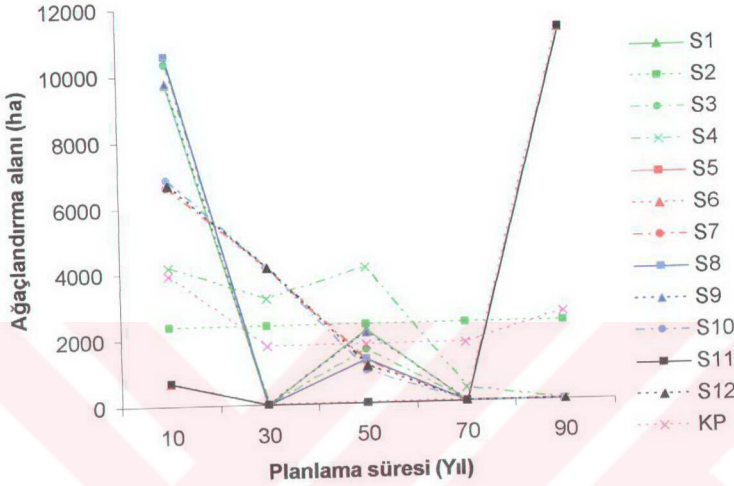
Diğer bir çarpıcı nokta, toprak kaybı miktarının minimize edildiği ve kısıt olarak da periyotlararası eta değişim oranının % 10 olarak yer aldığı S11 ile S5 ve S6 stratejilerinin yaklaşık aynı miktarda toplam eta üretmesidir. Toprak kaybının minimize edilmesi kaybolan toprak miktarına dolayısı ile de göğüs yüzeyine bağlı olmaktadır. Mevcut meşcerelerin kuruluşları optimalden uzak ve OT alanları ise ormanlık alanın yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Meşcerelerin gençleştirilmesi veya OT'lerin ağaçlandırılması ile göğüs yüzeyi optimal olarak gelişecek ve buna bağlı olarak toprak kaybı azalacaktır. Yani toprak kaybının azalması ağaçlandırma ve meşcerelerin gençleştirilmesi ile mümkün olmaktadır.



Şekil 11. Çeşitli stratejilere göre bakım etasının planlama süresi boyunca değişimi



Şekil 12. Çeşitli stratejilere göre gençleştirme alanının planlama süresi boyunca değişimi

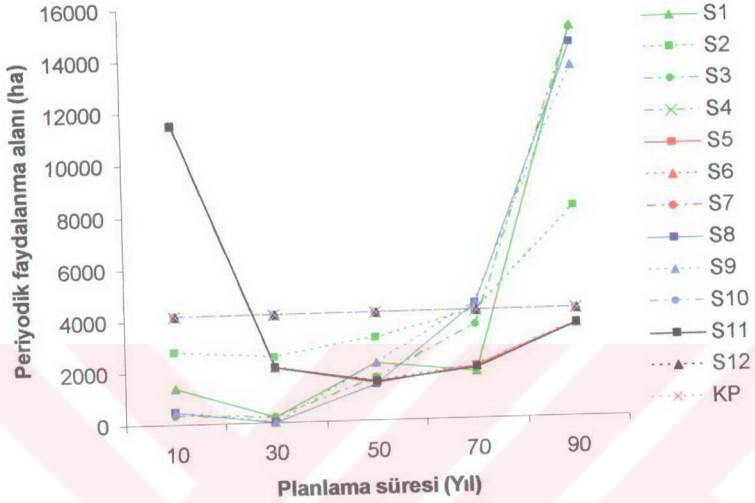


Şekil 13. Çeşitli stratejilere göre ağaçlandırma alanlarının planlama süresi boyunca değişimi

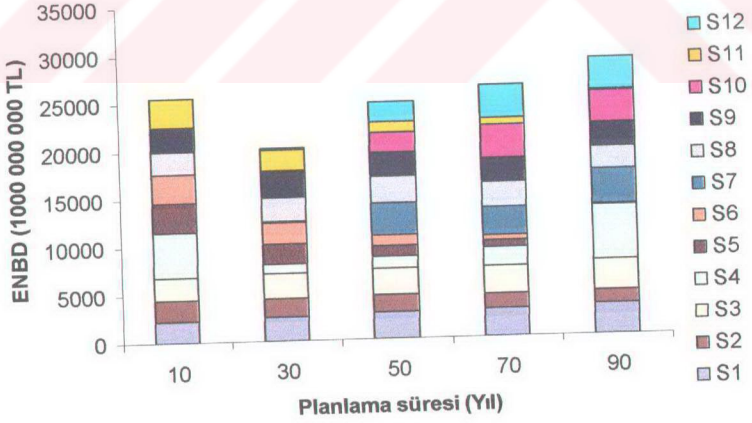
Periyotlararası etanın % 10 oranında değişmesi kısıtı, istenildiği kadar meşcerenin kesilmesini engellemekte ve ağaçlandırmaya olanak vermemektedir. Bu nedenle S11 hemen hemen bütün meşcereleri son periyotta ağaçlandırmıştır (Şekil 10).

OT'siz alanlar için geliştirilen S16, S17 ve S18'de amaç etanın eniyenmesidir. Kısıtlar ise S5, S6 ve S7 stratejileri ile aynıdır. OT'siz stratejilere bakıldığında, elde edilen toplam etaların birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu stratejilerde OT'li stratejilerde olduğu gibi toplam etada bir dalgalanma yoktur. OT'li alanlarda toplam etanın en fazla olduğu stratejiler OPA kısıtının olduğu stratejilerdir. Bu stratejilerde periyotlararası eta yada NBD'in değişimi kısıt olarak yer almadığından, ilk periyotlarda OT'leri ağaçlandırmakta ve son periyotta da gençleştirmektedir. OT'siz alanlarda ağaçlandırma gibi bir durum söz konusu olmadığı için stratejiler arası toplam eta değişimi OT'li stratejilere oranla daha azdır.

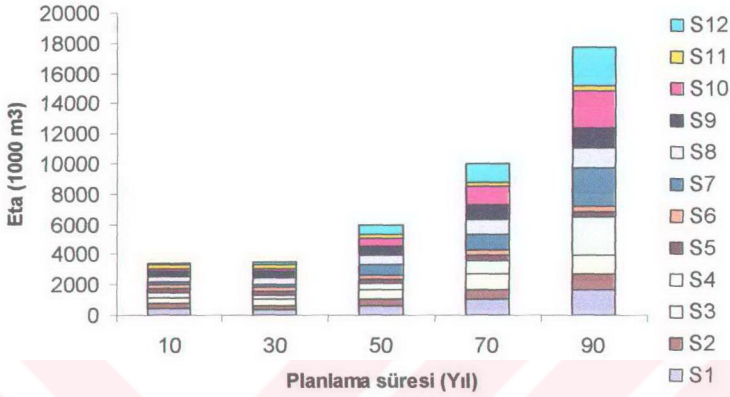
Ayrıca S3 için duyarlılık analizi yapılmış ve buna göre; 1.8 milyon toprak kaybı koşulu sağlandıktan sonra, 1 ton toprak kaybını önlemek için 26.6 m³ etadan vazgeçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 14. Çeşitli stratejilere göre periyodik faydalanma alanının planlama süresi boyunca değişimi



Şekil 15. Periyotlara göre toplam ENBD değerleri

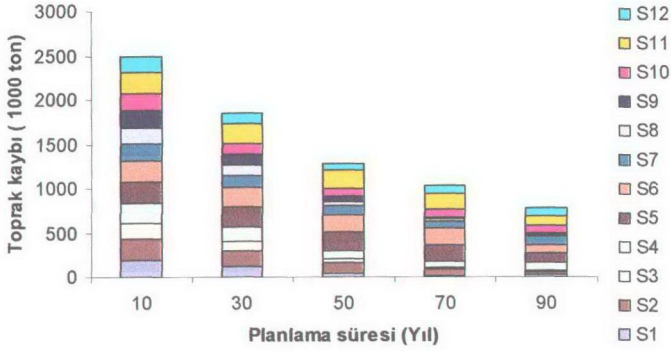


Şekil 16. Periyotlara göre toplam eta miktarları

3.3. Odun Üretiminden Elde Edilen NBD'in Eniyilenmesi

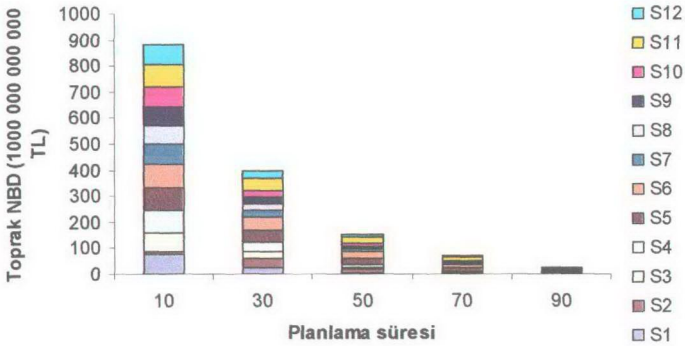
1., 2., ve 3. ve 4. stratejiler bu kapsamda ele alınmıştır. 1. stratejinin (S1) amaç fonksiyonu odun üretiminden elde edilecek NBD'nin eniyilenmesidir. Kısıt olarak ise periyotlararası etadan elde edilecek NBD (ENBD) değişiminin % 10'dan fazla olmaması yer almaktadır. 2. strateji (S2), S1'e periyotlararası eşit ağaçlandırma kısıtı eklenerek elde edilmiştir. 3. strateji ise (S3), S1'e ek olarak, toprak kaybı sonucu meydana gelen NBD'nin (TNBD) 105 trilyondan daha az olması koşulu getirilerek oluşturulmuştur. 105 trilyondan daha yüksek bir miktar girildiğinde model çözüm vermemektedir. 4. strateji (S4), ENBD amaç fonksiyonu ve periyodik faydalanma alanının eşit olması kısıtından oluşmaktadır.

S3 için yapılan duyarlılık analizi sonucunda; 105 trilyon TL'lik toprak kaybı sonucu meydana gelen NBD koşulu sağlandıktan sonra, TNBD miktarının 1000 000 TL azalması için odun üretiminden 28 000 TL. vazgeçilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

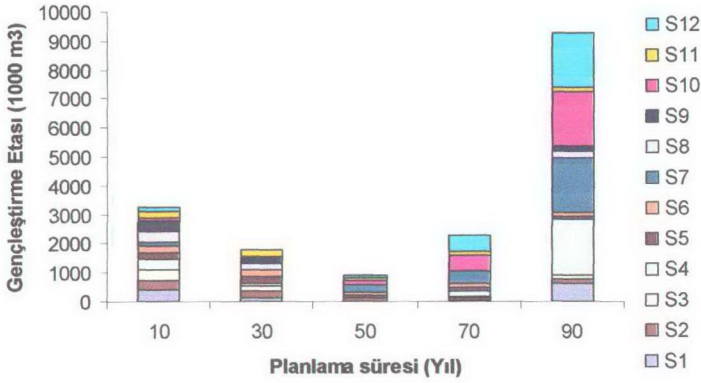


Şekil 17. Periyotlara göre toplam toprak kaybı miktarları

Bu dört strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.4 mil. m³ ile S4'den elde edilmiştir. Periyotlar dikkate alındığında ise, yaklaşık 2.5 milyon m³ ile en fazla odun üretimi 5. periyotta S4 ile gerçekleştirilmiştir. Bu sonucu S4, ilk periyotta OT'lerin tamamına yakınına ağaçlandırarak ulaşılmıştır. En fazla toplam gençleştirme ve bakım etaları da yine S4 ile elde edilmiştir. En fazla gençleştirme etası yaklaşık 1.9 mil. m³ ile 5. periyotta, en fazla bakım etası ise, 1104 bin m³ ile 5. periyotta sağlanmıştır. En büyük gençleştirme alanı, 4121 ha. ile 5. periyotta S4 stratejisinde ayrılmıştır. Toplam gençleştirme alanı 12572 ha. ile S4'de en fazla olmuştur.

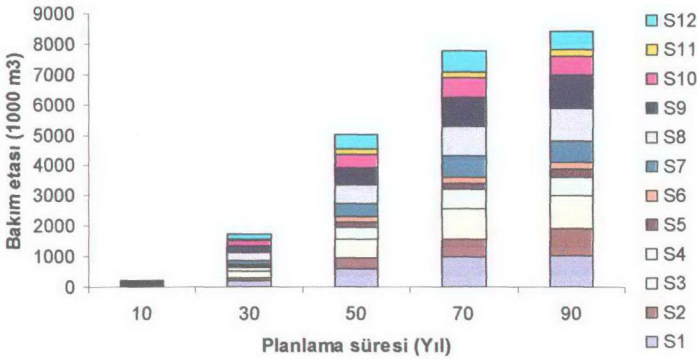


Şekil 18. Periyotlara göre toplam TNBD miktarları

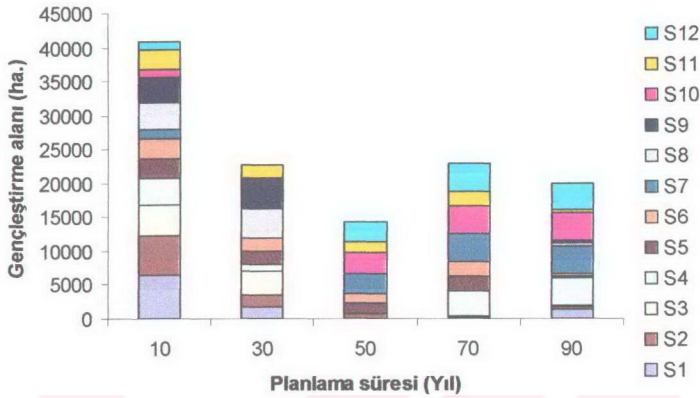


Şekil 19. Periyotlara göre toplam gençleştirme etası miktarları

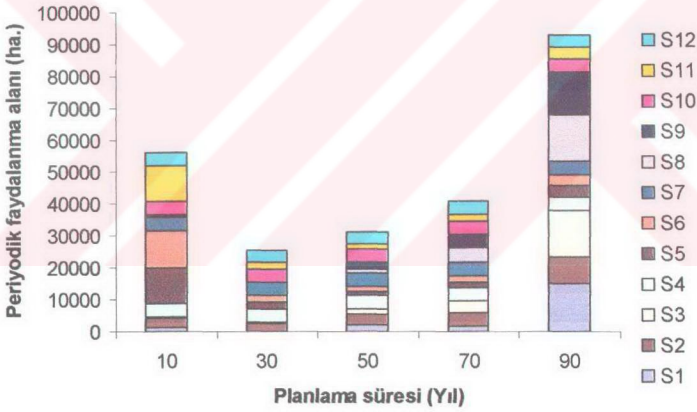
Odun üretiminden elde edilen NBD 5. periyotta yaklaşık 5.6 trilyon TL, toplamda ise 14.7 trilyon TL ile S4'den elde edilmiştir. Toprak kaybı sonucunda oluşan toplam NBD 147 trilyon TL periyotlar içinde ise 89 trilyon ile birinci periyotta yine S2'de hesaplanmıştır. Stratejiler toprak kaybı bakımından karşılaştırıldığında, en fazla toprak kaybı miktarı 12.6 milyon ton olarak 4. stratejide oluşmuştur. Periyotlar dikkate alındığında, en fazla toprak kaybının 4648 bin ton ile 1. periyotta S2 tarafından üretildiği görülmektedir.



Şekil 20. Periyotlara göre toplam bakım etası miktarları



Şekil 21. Periyotlara göre gençleştirme alanı miktarları



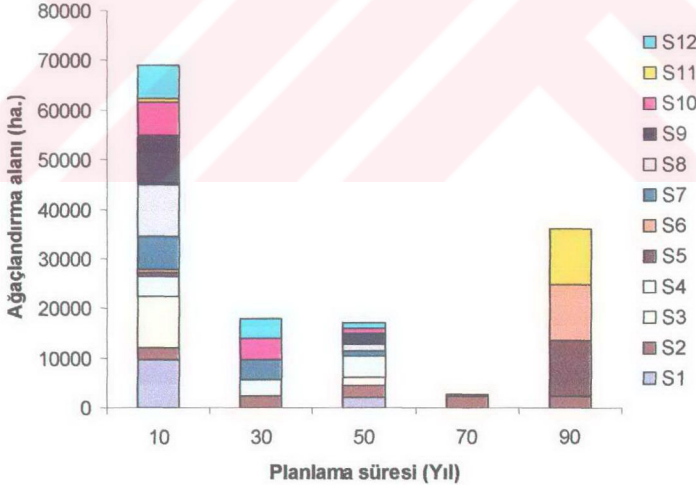
Şekil 22. Periyotlara göre periyodik faydalanma alanı miktarları

S4 en fazla toplam ENBD'yi üretmesine karşın toplam etada S7, S10 ve S12'den sonra dördüncü sırada yer almıştır. S1, S3 ve S4'den elde edilen TNBD birbirine yakın olmasına rağmen, eşit ağaçlandırma kısıt içeren S2 değerlerine nazaran 1/4 oranında daha az ENBD üretmiştir. Bu durum diğer stratejilerin OT'leri hızla ağaçlandırmaları buna karşın S2'nin % 10 eta değişim kısıtından dolayı OT'leri son periyotlarda

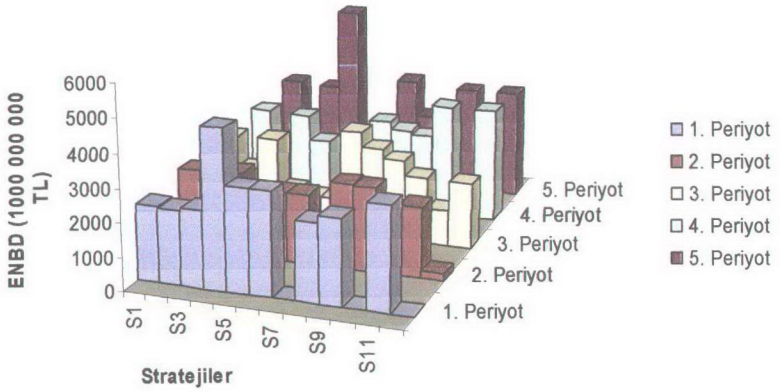
ağaçlandırmasından kaynaklanmıştır. OT'siz stratejilere bakıldığında ise OPA kısıtının yer aldığı S15'in en fazla ENBD'yi gerçekleştirdiği görülmektedir. En fazla toprak kaybı S4'de meydana gelmiştir. Bunun nedeni, S1 ve S3'ün ilk 3 periyotta bütün OT'leri ağaçlandırması ve buna bağlı olarak toprak kaybının hızla azalmasıdır. S2 ise ağaçlandırma alanlarının periyotlararası değişimini eşit aldığından S4'e yakın toprak kaybı miktarı vermiştir. OT'siz alanlar dikkate alındığında ise, en fazla toprak kaybının OPA kısıtı olan S15'de gerçekleştiği görülmektedir.

3.4. Toprak Kaybının Minimum Yapılması

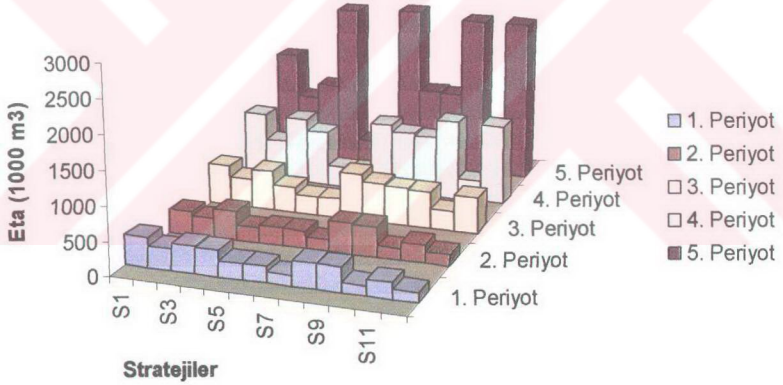
11. ve 12. stratejiler bu kapsamda ele alınmıştır. 11. stratejinin (S11) amaç fonksiyonu planlama süresince oluşacak toplam toprak kaybı miktarının minimum yapılmasıdır. Kısıt olarak ise periyotlararası eta değişiminin % 10'dan fazla olmaması yer almaktadır. 12. strateji (S12), S11'in amaç fonksiyonuna, periyodik faydalanma alanının eşit olması kısıtı eklenerek oluşturulmuştur.



Şekil 23. Periyotlara göre ağaçlandırma alanı miktarları



Şekil 24. Planlama stratejilerine göre ENBD'nin periyotlara göre değişimi

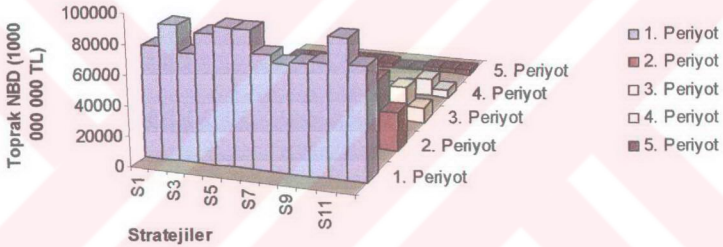


Şekil 25. Planlama stratejilerine göre toplam etanın periyotlara göre değişimi

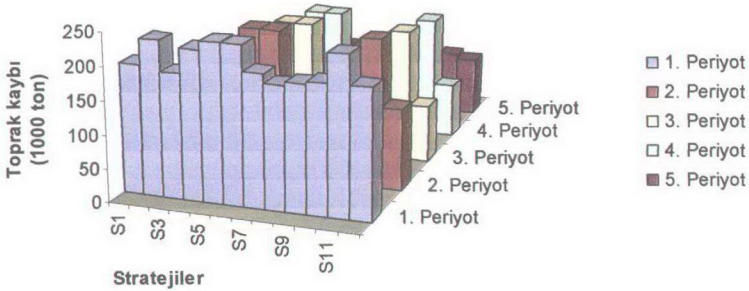
Bu iki strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.5 mil. m³ ile S12'den elde edilmiştir. Periyotlar dikkate alındığında ise, yaklaşık 2.5 milyon m³ ile en fazla odun üretimi 5. periyotta S12 ile sağlanmıştır. Bu sonuca, ilk üç periyotta OT alanlarını ağaçlandırarak ulaşılmıştır. S11'de etanın periyotlara göre % 10 değişimi kısıt olarak yer aldığından, bu stratejide, OT'ler ağırlıklı olarak son periyotta ağaçlandırılmışlardır. En fazla toplam gençleştirme ve bakım etaları da yine S12 ile elde edilmiştir. En fazla gençleştirme etası

yaklaşık 1.8 mil. m³ ile 5. periyotta, en fazla bakım etası ise, 674 bin m³ ile 4. periyotta sağlanmıştır. En büyük gençleştirme alanı, 4121 ha. ile 4. periyotta S12'de ayrılmıştır. Toplam gençleştirme alanı 12523 ha. ile yine S12'de en fazla olmuştur. Odun üretiminden elde edilen NBD en fazla 3.5 trilyon TL olarak 4. periyotta, toplamda ise 9.11 trilyon ile S12 stratejisinden elde edilmiştir.

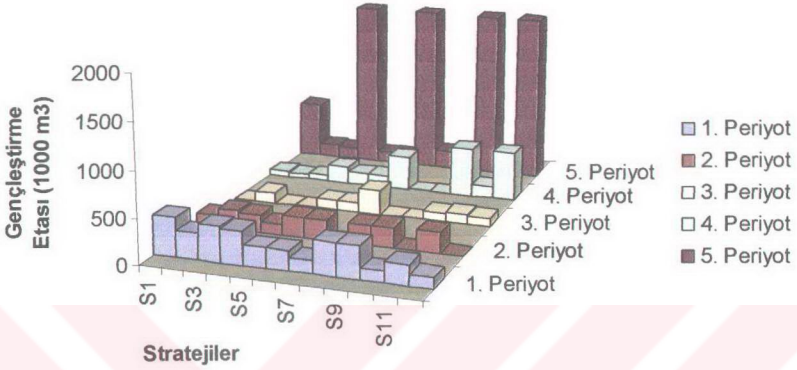
En fazla toprak kaybı miktarı 18.92 milyon ton ile S11'de gerçekleşmiştir. Periyotlar esas alındığında, S11'de 4720 bin ton ile 1. periyotta olduğu görülmektedir. Toprak kaybı sonucu meydana gelen toplam toprak kaybının net bugünkü değerinin en büyük miktarı yaklaşık 178 trilyon TL bulunmuştur. Periyotlara göre en büyük değer ise, 90.8 trilyon TL ile S12 tarafından ilk periyotta hesaplanmıştır. En büyük ağaçlandırma alanı 6663 ha. ile S12'de 1. periyotta ayrılmıştır.



Şekil 26. Planlama stratejilerine göre TNBD'nin periyotlara göre değişimi

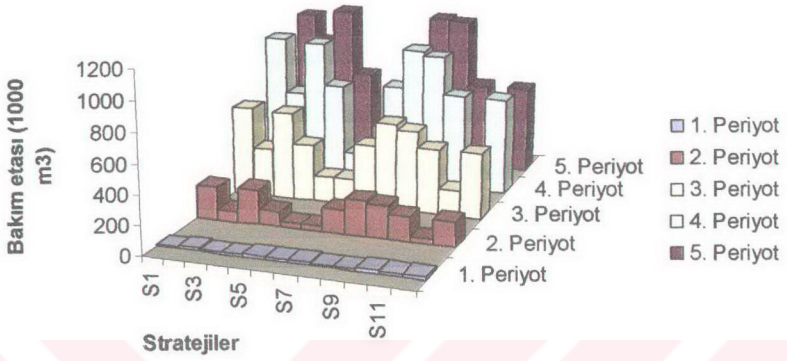


Şekil 27. Planlama stratejilerine göre toprak kaybı miktarının periyotlara göre değişimi

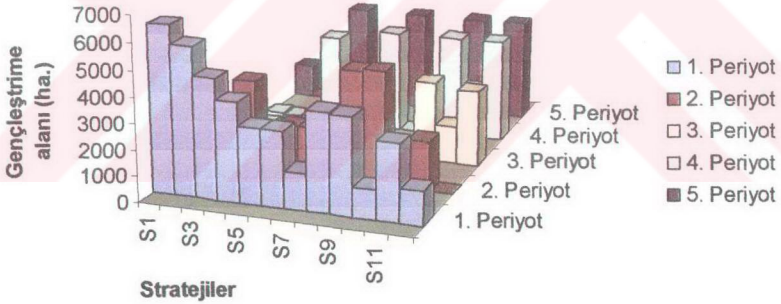


Şekil 28. Planlama stratejilerine göre gençleştirme etası miktarlarının periyotlara göre değişimi

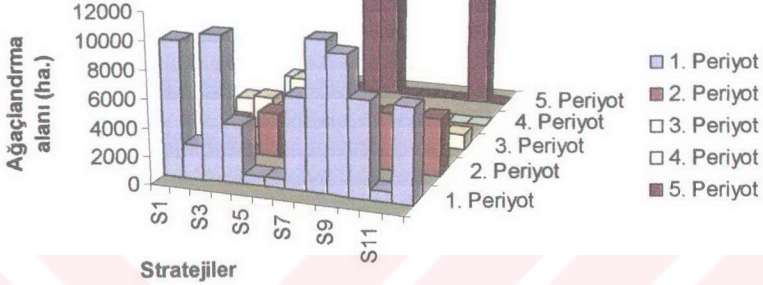
S11 ve S12'de toplam toprak kaybının minimizasyonunu amaçladığı halde, OT'li alanlar için oluşturulan 12 strateji içinde en büyük üçüncü miktar S11 ile 18.9 milyon ton olarak elde edilmiştir. S12'de diğer stratejilerle karşılaştırıldığında yüksek bir toprak kaybı miktarı vermektedir. Bunun sebebi S12'nin periyotlararası eşit faydalanma alanı kısıtı içermesidir. Toprak kaybını önlemek için daha fazla ağaçlandırma alanı ayrılması gerekmiş, ancak OPA kısıtı nedeniyle bu gerçekleştirilememiştir. Modelde ilk periyotla 6663 ha. ağaçlandırma yapılmıştır. ENBD ise "0" dır. ENBD'nin eksi değer almaması için 1314 ha. gençleştirme yapmıştır. Geriye kalan ağaçlandırmalar da üçüncü periyotta gerçekleştirilmiştir. Çünkü ikinci periyotta OPA kısıtı gereği yalnızca 4121 ha. alan ağaçlandırılabilir. Böylece, gençleştirmeler ağırlıklı olarak son periyotta yapılmıştır. S11 toprak kaybı miktarını periyotlararası % 10 eta değişimi ile sağlamak zorundadır. Bu nedenle, ağaçlandırmanın çoğunu son periyotta yapmış, gençleştirmeyi ise, periyotlara yaymıştır.



Şekil 29. Planlama stratejilerine göre bakım etası miktarlarının periyotlara göre değişimi



Şekil 30. Planlama stratejilere göre gençleştirme alanlarının periyotlara göre değişimi

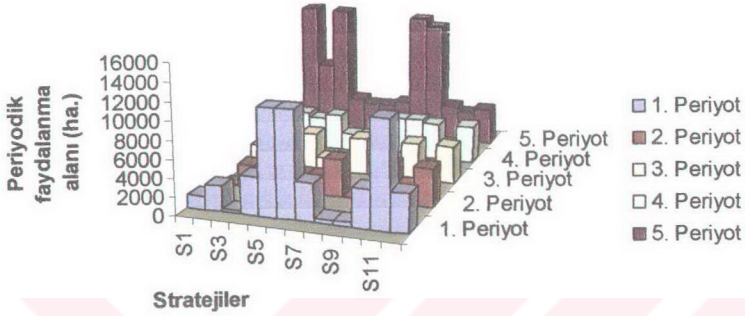


Şekil 31. Planlama stratejilerine göre ağaçlandırma alanlarının periyotlara göre değişimi

3.5. Toprak Kaybı İle Oluşan NBD'in Minimum Yapılması

8., 9., ve 10. stratejiler bu kapsamda ele alınmıştır. 8. stratejinin (S8) amaç fonksiyonu toprak kaybı ile meydana gelen NBD (TNBD)'nin minimum yapılmasıdır. Kısıt olarak ise periyotlararası etadan elde edilecek NBD (ENBD) değişiminin % 10'dan fazla olmaması bulunmaktadır. 9. strateji (S9), S8'in amaç fonksiyonuna periyotlararası ENBD'nin eşit olması kısıtı eklenerek elde edilmiştir. 10. strateji ise (S10), S8'in amaç fonksiyonuna periyodik faydalanma alanının eşit olması koşulu getirilerek oluşturulmuştur.

Bu üç strateji içerisinde en fazla toplam eta yaklaşık 4.6 mil. m³ ile S10 tarafından elde edilmiştir. Periyotlar dikkate alındığında ise, yaklaşık 2.5 milyon m³ ile en fazla odun üretimi 5. periyotta S10 ile sağlanmıştır. En fazla toplam gençleştirme etası S10, en fazla bakım etası ise, S8 ile elde edilmiştir. Periyotlara göre, en fazla gençleştirme etası yaklaşık 1.8 mil. m³, en fazla bakım etası ise, 1093 bin m³ ile 5. periyotta sağlanmıştır. En büyük gençleştirme alanı, 4461 ha. ile ikinci periyotta S9 tarafından ayrılmıştır. Toplam gençleştirme alanı ise 12548 ha. ile S10'da en fazla olmuştur.



Şekil 32. Planlama stratejilerine göre periyodik faydalanma alanlarının periyotlara göre değişimi

Odun üretiminden elde edilen toplam NBD 12.7 trilyon TL ile S8'de, periyotlar dikkate alındığında ise, yaklaşık 3.5 trilyon TL ile 4. periyotta da S10 tarafından elde edilmiştir. Toprak kaybı sonucunda oluşan toplam NBD 119.4 trilyon TL ile, periyotlar içinde ise 74 trilyon TL ile 1. periyotta S10 tarafından hesaplanmıştır.

Toprak kaybı miktarına bakıldığında ise, periyotlar arasında en fazla 3851 bin ton ile 1. periyotta toplamda ise 11.5 milyon ton olarak S10 stratejisinde gerçekleşmiştir. En az TNBD S8'de hesaplanmasına karşın, S1 ve S3'ün TNBD'si S9 ve S10'dan az olmuştur. S8'de kısıt olarak ENBD'nin periyotlararası %10 değişimini yer alırken, S9 eşit olmasını öngörmektedir. Ancak, TENBD esas alındığında birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir.

S10'un bu üç strateji (8, 9, 10) içinde en fazla TNBD üretmesinin nedeni, OPA kısıtından dolayı istediği kadar ağaçlandırma yapmamasıdır. Bu strateji ağaçlandırabileceği bütün OT'leri ilk üç periyotta ağaçlandırmıştır. İlk periyotta bütün OT'leri OPA kısıtı olduğu için ağaçlandıramamıştır. OT'lerin ağaçlandırılması bu nedenle üç periyoda yayılmıştır. OT'siz modellerde de benzer bir durum söz konusudur. TNBD'nin minimizasyonunu amaçlayan üç strateji (19, 20, 21) içerisinde S21 en fazla TNBD'ye sahiptir. Bu durum; S21'in OPA kısıtı içermesine bağlı olarak oluşmuştur. TNBD'nin

minimizasyonu için bütün meşcereleri gençleştirmek isteyen model OPA'nın eşit olması koşulu ile karşılaşmıştır.

S19 ve S20'ye bakıldığında bu stratejilerin ilk periyotta çok büyük miktarda alanı gençleştirdiği görülmektedir. Gençleştirme alanları 2., 3. ve 4. periyotta birbirine yakın ve yakın miktarlarda olmuştur. İlk periyotta gençleştirilen meşcerelerden büyük miktarda bakım etası alınarak S19 için periyotlararası % 10 ENBD kısıtı, S20 için de eşit ENBD kısıtı gerçekleştirilmiştir. Son periyotta yine yüksek miktarda gençleştirme alanı ayrılarak yine aynı koşullar sağlanabilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu araştırmada, çok amaçlı bir orman amenajman planı uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çok amaçlı planlamanın alt yapısı olan orman fonksiyonlarından toprak koruma ve odun üretimi fonksiyonları sayısal olarak ortaya konmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile araştırma alanının coğrafi veri tabanı kurulmuştur.

Ülkemizde son yıllarda fonksiyonel planlama adı altında yapılan çalışmalarda, orman fonksiyonlarının belirlenmesinden etanın saptanmasına kadar olan işlemler sezgisel olarak yapılmaktadır. Bugünkü orman amenajman planları ile, ormanın fiziki anlamda planlaması yapılmakta, plan ünitelerindeki, odun üretiminin yer, zaman ve miktarı sadece bir plan dönemi için kararlaştırılmaktadır. Bu nedenle karar verme aşamasında yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır.

Bu araştırma ile Karanlıkdere Bölgesinden elde edilecek etanın eniyilenmesi, odun üretiminden elde edilen gelirin eniyilenmesi, toprak kaybının minimizasyonu ve toprak kaybı sonucu oluşan NBD'nin minimizasyonunu amaçlayan OT'li alanlar için 12 ve OT'siz alanlar için 11 tane olmak üzere toplam 23 strateji geliştirilmiştir.

OT'li alanlar için oluşturulan stratejilerinden üçünde odun üretiminin eniyilenmesi (S5, S6 ve S7), dördünde, odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilenmesi (S1, S2, S3 ve S4), ikisinde toprak kaybının minimizasyonunu (S10 ve S11) ve üçünde de toprak kaybı ile oluşan NBD'nin minimum yapılması (S8, S9 ve S10) amaçlanmıştır.

S3 için duyarlılık analizi yapılmış ve buna göre; 1.8 milyon toprak kaybı koşulu sağlandıktan sonra, 1 ton toprak kaybını önlemek için 26.6 m³ etadan vazgeçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

S3 için yapılan duyarlılık analizi sonucunda ise; 105 trilyon TL'lik toprak kaybı sonucu meydana gelen NBD koşulu sağlandıktan sonra, TNBD miktarının 1000 000 TL azalması için odun üretiminden 28 000 TL. vazgeçilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Toplam odun üretiminin eniyilenmesinin amaçlandığı üç strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.7 mil. m³, toplam ENBD 9.8 trilyon TL ile S7'de, toprak kaybı miktarı 18960 bin ton, TNBD ise 179 trilyon TL ile S5 'de gerçekleşmiştir.

Odun üretiminden elde edilen NBD'nin eniyilenmesinin amaçlandığı dört strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.3 mil. m³, toplam ENBD 14.7 trilyon TL, toprak kaybı miktarı 12613 bin ton ile S4'de, TNBD ise 147 trilyon TL ile S2'de gerçekleşmiştir.

Toplam toprak kaybının minimizasyonunun amaçlandığı iki strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.5 mil. m³, toplam ENBD 9.1 trilyon TL ile S12'de, toprak kaybı miktarı 18929 bin ton, TNBD ise 178 trilyon TL ile S11'de gerçekleşmiştir.

Toprak kaybı sonucu oluşan NBD'nin minimizasyonunun amaçlandığı üç strateji içerisinde en fazla toplam eta 4.5 mil. m³ ile S10'da, toplam ENBD 12.7 trilyon TL ile S8'de, toprak kaybı miktarı 11549 bin ton, TNBD ise 119 trilyon TL ile S10'da gerçekleşmiştir.

Tüm stratejiler dikkate alındığında ise, en fazla toplam ENBD S4 ile 14.7 trilyon TL, eta S7 ile 4.7 milyon m³, toprak kaybı ve TNBD ise S5 tarafından sırasıyla 18.9 bin ton ve 179 trilyon TL olarak üretilirken, OT'siz alanlarda en fazla ENBD S15 ile 8.6 trilyon TL, eta S13 ile 1.6 milyon m³, toprak kaybı ve TNBD ise S15 tarafından sırasıyla 6575 bin ton ve 62.9 trilyon TL olarak gerçekleştirilmiştir.

Sadece odun üretiminin amaçlandığı klasik planlarda, toprak erozyonunu önleme fonksiyonu göz ardı edilmiştir. Geliştirilen planlama modelinde ise, toprak erozyonunu önleme amacının birinci öncelikte yer aldığı durumlarda bile klasik planlara göre daha fazla odun üretimi elde etmek mümkündür. Piyasa odun hammaddesi ihtiyacı ve işletme sahibinin isteklerine göre amaç öncelikleri ve hedeflenen amaç değerleri değiştirilebilir. Böylece birden fazla planlama seçeneği oluşturulabilmektedir. Oluşturulan bu seçenekler arasından işletme sahibi kendi durumuna göre en uygun olanını seçebilir. Klasik planlarda ise tek bir amaç söz konusu olmaktadır.

Bugüne kadar yapılan planlama çalışmalarında, meşcere tipleri esas alındığından meşcerelerin konumları göz ardı edilmiştir. Herhangi bir meşcere tipi için verilecek olan ara ve son hasılat etasının alandaki hangi meşcerelerden alınacağı belli olmamaktadır. Çalışmada geliştirilen doğrusal programlama modelinde, meşcere tipi yerine meşcereler baz alınmış, bu sakıncalar giderilmiş ve planları uygulanabilirliği daha gerçekçi olmuştur. Buna rağmen konumsal yapı belli bir dereceye kadar dikkate alınabilmektedir. Gençleştirilecek meşcerelerin alandaki konumu belirlenebilmekte, ancak model çok küçük alanları planlama biriminin farklı yerlerinden gençleştirilebildiğinden, oluşturulan bazı seçeneklerin uygulanabilirliği azalmaktadır. Doğrusal programlama yöntemi bu sorunu çözememektedir. Gençleştirilecek alanların komşu meşcereler bir araya getirilerek belli bir miktardan küçük olmaması, gençleştirilen bir meşcereye komşu başka bir meşcerenin en az bir periyot sonra gençleştirmeye konu olması gibi sorunların çözümü ancak tamsayı programlama ile mümkün olmaktadır.

Çalışma, yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlama yöntemi kullanılarak gerçekleştirildiğinden, verilen hedeflere tam olarak ulaşıldığında sonuç alınabilmiş, ulaşılamadığı takdirde modeller çözüm vermemiştir. Ayrıca, doğrusal programlanın yapısı gereği tek bir amaç denklemi olduğundan, birden fazla amacın aynı anda temsil edilebilmesi mümkün olmamıştır. Bu nedenlerle birden fazla amacın aynı anda temsil edilebildiği kombine optimizasyon tekniklerinin uygulanması kaçınılmaz olmaktadır. Kesim bloklarının büyüklüğü, komşu bloklarda kesim zamanlarının ertelenmesi, farklı amaçlara hizmet eden orman parçalarının büyüklükleri ve dağılımlarının kontrolü kolaylıkla sağlanabilmektedir. Ayrıca, özel önem arz eden doğal yaşlı ormanlar, yaban hayvanları kışlık alanları, kritik ekosistemler gibi alanların temsil edilmesine imkan sağlamakta ve önceden planlanan meşcerelere özel müdahaleler yapma imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle, modele istendiğinde özel amaçlar ve kısıtlar konulabilir, böylece konuma ve zamana bağlı etkin çözümler geliştirilebilir. Ancak, bu tekniklerin mutlak sonucu garantilemediği, probleme dayalı ve oldukça esnek ve parametrik oldukları dikkatten kaçmamalıdır. Bu nedenle, en iyi çözüme ulaşmak için, araştırmacılar karma teknikler kullanma başlamışlardır. Anneal benzetim, tabu arama, doğrusal programlama, genetik algoritma, tamsayı programlama gibi teknikler bir arada kullanılarak problemlere çözüm aranmaktadır (Başkent vd., 2002).

Orman işletmelerinde idare süresi oldukça uzun olmakta, ürün elde edilirken çeşitli harcamalar yapılmaktadır. Çeşitli dönemlerde elde edilen ürün ve yapılan harcamaların karşılaştırılabilmesi için bunların, temel olarak kabul edilen bir zamandaki değerlerinin bulunması gerekir. Örneğin orman işletmeciliği faaliyetleri sonucunda bir yandan odun üretimi yapılırken diğer taraftan meşcerelerden su üretimi ve toprak kaybı oluşmakta üretilen odun miktarı m^3 , kaybolan toprak miktarı ton, yaban hayvanı sayısı adet olarak karşımıza çıkmaktadır. Ormandan üretilen değerlerin sağlıklı karşılaştırılabilmesi için ortak sayısal değerlerle kavranmış ya da ortak sayısal değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışma alanı için ormanın sunduğu toprak koruma ve odun üretimi değerlerinin para karşılığı bulunarak, bunların temel kabul edilen bir zamandaki değerleri hesaplanmıştır.

Orman işletmelerinin planlanması aşamasında, bir çok plan seçeneklerinin ortaya konması ve böylece, işletme yöneticisi ve sahibine, bu seçenekler içinden en uygun olanı seçmesine olanak vermek gerekmektedir. Bu araştırmada, değişik seçenekler elde edilmiş ve bu seçim olanağı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada planlama birimi bir bütün olarak ele alınmıştır. Oluşturulan modellerde planlama biriminde yer alan tüm meşcereler herhangi bir ayırıma gidilmeksizin aynı anda modelde yer almaktadır.

Çalışmada; verilerin toplanmasında, depolanmasında, işlenmesinde, analizinde ve elde edilen sonuçların sunulmasında coğrafi bilgi sistemleri kullanılmıştır. İşlemlerin tamamı bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde güvenilirliği ve uygulanabilirliği yüksek planlar elde edilirken, plan yapım süreci de kısaltılmış ve kolaylaştırılmıştır. Ayrıca kurulan bu bilgi sistemiyle veri güncelleme kolaylıkla ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Çalışma sonucunda düzenlenen çok amaçlı amenajman planı 100 yıllık bir dönemi kapsamaktadır. Bu şekliyle plan stratejik planlama özelliği kazanmaktadır. Ayrıca, plan yapımında kullanılan optimizasyon teknikleri ile bu süreyi uzatmak mümkün olmaktadır. Bu bakımdan uzun süreli kestirimler yapılabilmektedir. Aynı zamanda düzenlenen plan kısmen taktiksel ve operasyonel plan özelliği de taşımaktadır. Çünkü, uygulanacak teknik müdahaleler periyotlara göre konumsal olarak detaylandırılabilir.

5. ÖNERİLER

Ormanların azalması ile birlikte, günümüzde ve gelecekte, sadece odun gereksiniminin değil, aynı zamanda ormanın topluma sunduğu ekolojik ve çevresel hizmetlerin de karşılanamaması tehlikesi ortaya çıkmıştır. Bu durum, ormanların topluma sunduğu tüm ürün ve hizmetlerin üretimini düzenleyecek planlamaların yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Orman işletmelerinin uzun süreli ve çok amaçlı olarak planlanmasında artık sayısal verileri temel alan yöneylem araştırması yöntemleri kullanılmalıdır. Ancak bu şekilde uygulanabilirliği ve doğruluğu yüksek çok sayıda planlama seçenekleri elde edilip, yine yöneylem araştırması yöntemleriyle bunlar arasından en uygun olanına karar verilmelidir.

Orman amenajman planlarının uygulanabilirliğini sağlamak için, ormanların göreceği odun üretimi dışındaki toprak koruma, su üretimi, eğlenme-dinlenme, estetik değer üretimi, biyolojik çeşitlilik gibi diğer fonksiyonlara ilişkin sayısal değerler ortaya konmalıdır.

Geliştirilen modeller uygun yol ağının varlığını ve transport sorunun olmadığını varsaymaktadır. Ayrıca yol yapımının yarattığı toprak kaybı ve meşcerelerden üretimden kaynaklanan sediment oluşumu modellenmemiştir. Meşcerelerden üretim sırasında oluşabilecek sediment miktarı, yol yapımı sırasında oluşacak toprak kaybı, meşcerelerin konumsal yapısı ve birbirleri ile olan komşulukları dikkate alınarak modelleme aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Orman işletmelerindeki bilgi akışını sağlayacak bir bilişim (bilgi-işlem) sistemi kurulmalıdır. Bu, plan uygulamalarının denetlenmesini ve gelecek dönemlerde yapılacak planlama çalışmalarının daha sağlıklı yürütülmesini gerçekleştirecektir.

Mevcut hasılat tabloları, meşcerelere yapılan müdahalelerinin etkisini göstermede yetersiz kalmaktadır. Orman işletmelerinin planlanması aşamasında çeşitli yaş, bonitet, sıklıktaki meşcerelerin yapılacak müdahalelere nasıl tepki vereceğinin bilinmesi zorunludur. Ülkemizdeki hasılat tablolarının tamamı (kızılcıam, ladin (lokal) ve karaçam plantasyonları hariç) müdahale görmemiş doğal meşcereler için düzenlenmiştir. Bu nedenle, modelleme aşamasında girdileri oluşturan meşcerenin hektardaki serveti, artımı, göğüs yüzeyi gibi çeşitli elemanları sağlıklı tahmin edilememekte, model planların doğruluğu ve uygulanabilirliği yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle çok amaçlı planlama çalışmalarında meşcere gelişimlerini ortaya koymak için, asli ağaç türlerimize ait büyüme

modellerinin öncelikle geliştirilmesi gerekmektedir. Müdahalelerin şiddetine göre meşçerenin gelişim seyrini ağaç türlerine göre veren tablolar üretilmelidir. Ancak bunu yapabilmek için devamlı deneme alanı verileri gereklidir. Ülkemizde bu konuda gerçek anlamda ilk somut adımı K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Amenajmanı Anabilim Dalı 1997 yılında "Fakülte Araştırma Ormanı"nda aldığı 81 adet devamlı deneme alanını 2002 yılında periyodik ölçümlerini yaparak atmıştır. Bu tür çalışmalara devam edilmelidir.

Türkiye ormancılığı ekosistem ormancılığına geçiş için çok amaçlı planlamayı ülke bazında uygulamaya koymalıdır. Örnek orman işletmeleri seçerek fonksiyon haritalarının kimler tarafından, nasıl ve hangi ölçekte yapılacağına karar vermelidir. Fonksiyonlara bağlı işletme amaçlarının yersel olarak saptanması çok önemlidir. İşletme amaçlarının çok amaçlı olması durumunda karar vermeyi yöneylem araştırması yöntemlerine dayandırmalıdır. Ne tür planlama yapılırsa yapılsın, doğayı tanımadan doğa hakkında karar verilmemelidir. Bunun için kaynaklar akılcı kullanılmalı ve bir an önce yetiştirme ortamı envanteri yapılarak haritaları oluşturulmalıdır. Diğer envanter çeşitleri de fonksiyonel olarak yapılmalıdır. İdare süreleri gerçekçi saptanmalıdır. Mülkiyet sorunu olan ormanların bu sorunu giderilmedikçe, çok amaçlı planlamanın başarılı olacağı beklenmemelidir.

Sonuç olarak, karar vericiler mutlaka en optimal planı oluşturacak bir çözüm yahut modelleme tekniği aramak zorundadırlar. Düzenlenecek plan bir karar seçeneğini ifade ettiğinden, bu kararın mutlaka oluşturulacak çok sayıda alternatif seçenekler arasından alındığı ispatlanmalıdır. Planlama için önce tasarım ve modelleme yapılmalıdır. Modellemede kullanılacak karar verme tekniği orman ekosistem dinamiğini uzun vadede kestirebilmeli ve planlamacıya karar vermede yardımcı başarımlı ölçütleri ve bilgi sunabilmelidir. Modelleme konumsal özellikleri veya koşulları işleyebilmelidir. Kısaca, geleneksel yöntemler belli bir noktada yetersiz kaldıklarından, orman amenajman planlarının tasarımında kompleks ekolojik ve ekonomik ilişkileri içeren kavramsal bir çatinin kurulması, modellenmesi ve planların da daha etkili düzenlenmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye'de Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No : 20, 160 s.
- A.P.K., 2000. Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesi ve Haritalandırılması İle İlgili El Kitabı, Orman Genel Müdürlüğü, Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı Yayını, Ankara.
- Asan, Ü., 1984. Kazdağı Göknarı (*Abies equi-trojani* Aschers , et Sinten.) Ormanların Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3205/365 , 207 s.
- Asan, Ü. ve Şengönül, K., 1987. Orman Fonksiyonlarının Fonksiyonel Açıldan Karşılaştırılması, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 37, Sayı 4, 52-67.
- Asan, Ü., 1992. Orman Amenajmanında Fonksiyonel Planlama ve Türkiye'deki Uygulamalar, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, 181-196.
- Asan, Ü., 1999. Orman Kaynaklarının Çok Amaçlı Kullanımı ve Planlama Sistemleri, Ormanların Çok Amaçlı Planlanması Toplantısı, Bolu, 33-40.
- Asan, Ü., 2001. Orman Fonksiyonlarının Sınıflandırılması ve Haritalanması, O.G.M. Toplantı Notu, 8 s.
- Balcı, N., 1996. Toprak Koruması, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, Orman Fakültesi Yayını, No : 439, İstanbul, 490 s.
- Başkent, E.Z., 1999. Amenajmanda Yeni Model'in Çağdaş Orman Amenajmanı Yaklaşımı Doğrultusunda Değerlendirilmesi, Bölüm II, Orman Mühendisliği Dergisi, 36(2), 21-32.
- Başkent, E.Z., Yolasığmaz, H.A. ve Mısır, M., 2001. Orman Ekosistem Amenajmanı, 1. Ulusal Ormancılık Kongresi, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, No : 1, 60-74.
- Başkent, E.Z., Yolasığmaz, H.A., Mısır, M. ve Çakır, G., 2002. Kombine Optimizasyon Teknikleri ve Ekosistem Amenajmanı, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İÜ Orman Fakültesi, 77-88.
- Başkent, E.Z., Köse, S., Yolasığmaz, H.A., Çakır, G. ve Keleş, S., 2002. Orman Amenajmanında Yeni Açılımlar Çerçevesinde Planlama Sürecinin Değerlendirilmesi ve Yeniden Tasarımı, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İÜ Orman Fakültesi, 23-37.

- Çepel, N., 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, TEMA Vakfı Yayınları No : 14., İstanbul, 111 s.
- Eraslan, İ., 1982. Orman Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi Basımevi, Orman Fakültesi Yayını, No : 318, İstanbul, 539 s.
- Eraslan, İ., Şad, C., 1993. Orman Amenajmanı, İÜ Edebiyat Fakültesi Basımevi, Orman Fakültesi Yayını, No : 123, İstanbul, 420 s.
- Eraslan, İ., Asan ve Ü., 1989. Orman Amenajmanı Planı Verilerinin Güncelleştirilmesi Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Ayrı Baskı, Seri B, Cilt 39, Sayı 2, 32-47.
- Fırat, F., 1971. Ormancılık İşletme İktisadı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No : 1541/156, İstanbul.
- Field, R.C., Dress, P.E. ve Fortson, J.C., 1980. Complementary Linear and Goal Programming Procedures for Timber Harvest Scheduling, Forest Science, 26, 1, 121-133.
- Görçelioğlu, E., 1983. Erozyon ve Sel Kontrolünde Ormancılık Çalışmaları:Görev ve Sorunlar, Türkiye'de Ormancılığın Bugünkü Durumu Semineri, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği İstanbul Şubesi Yayınları, No : 4, 69-78.
- Gül, A. U., 1995. Çok Orman Amenajmanında Uzun Süreli Eta Kestiriminin Doğrusal Programlama İle Gerçekleştirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 186s.
- Gül, A. U., 1998. Orman Amenajmanında İşlevsel Planlamanın Doğrusal Planlama İle Gerçekleştirilmesi, Trabzon, 62 s., Basılmamıştır.
- Günel, A., 1989. Ormancılık İşletme Ekonomisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Teksirleri Serisi, No : 26, Trabzon.
- Günay, T., 1997. Ormansızlaşma Toprak Erozyon, TEMA Vakfı Yayınları, No : 1, İstanbul, 286 s.
- Hof, J.G. ve Baltic, T.J., 1990. Cost Effectiveness from Optimization in the USDA Forest Service, Forest Science, 36 (4), 939-954.
- Hof, J.G., Kent, B. ve Baltic, T.J., 1992. An Iterative Multilevel Approach to Natural Resource Optimization: A Test Case, Natural Resource Modeling, 6 (1), 1-22.
- Irmak, A., 1972. Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No : 1746/184, İkinci Baskı, İstanbul, 299 s.
- Kahveci, G., 1992. Türkiye'nin Kuzeybatısında, Deneme Mahiyetinde Yapılan Orman Fonksiyonları Haritalandırılması, Orman Fonksiyonları Haritacılığı Semineri, Orman Genel Müdürlüğü Türk-Ormancılık Projesi, 09-16 Temmuz.

- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılatı Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 328, İstanbul, 349 s.
- Kapucu, F., 1996. Orman Amenajmanı (Temel Kavramlar), Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, 152 s.
- Kapucu, F., 2002. Orman Amenajmanı, Basılmamıştır.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız, Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, No : 2630, Ankara, 238 s.
- Köse, S., 1985. Orman İşletmelerinde Uzun Süreli ve Çok Amaçlı Planlama, X. Ulusal Yöneylem Araştırması Kongresi, Bildiriler Kitabı, 90-99.
- Köse, S., 1986. Orman İşletmelerinin Planlanmasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanakları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 123 s.
- Köse, S., Yavuz H., ve Gül, A.U., 2000. Yöneylem Araştırması ve Ormancılık Uygulamaları, KTÜ Orman Fakültesi, Ders Teksirleri Serisi No : 61, Trabzon, 159 s.
- Köse, S., Yolasığmaz, H.A., ve Sivrikaya, F., 2001. Ormanlarımızdaki Fonksiyonların Saptanması ve haritalanması, 1. Ulusal Ormancılık Kongresi, 52-59.
- Köse, S., Başkent, E.Z., Sivrikaya, F. ve Yolasığmaz, H.A., 2002. Karadeniz'de Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesi ve Örnek Uygulamalar, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt 1, 78-87.
- Köse, S., Başkent, E.Z., Sönmez, T., Yolasığmaz, H.A. ve Karahalil, U., 2002. Münferit Planlamanın Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İÜ Orman Fakültesi, 49-58.
- Köse, S. 2003. Çok Amaçlı Planlama, Orman Bakanlığı GEF II Projesi İğneada Derlendirmeye Toplantısı.
- Mendoza, G., Bare, B. ve Campell, G., 1987. Multiobjective Programming For Generating Alternatives: A Multiple Use Planning Example, *Forest Science*, 33, 2, 458-468.
- Mısır, M., 1995. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Orman Amenajman Planı Haritalarının Yapımı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 81s.
- Mısır, M., 2001. Çok Amaçlı Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak Amaç Programlama İle Düzenlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 145s.

- O.A.E., 1994. Sarıçam, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi:7, Muhtelif Yayınlar Serisi No : 67, Ankara, 284 s.
- O.G.M., 1984. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Gümüşhane İşletme Müdürlüğü, Karanlıkdere Planlama Birimi Amenajman Planı, 1984-2003, Ankara, 128 s.
- O.G.M., 1989. Türk Ormanlık Seminerleri, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 3 Cilt, Ankara.
- O.G.M., 1991. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi Hakkındaki Yönetmelik, Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara, 98 s.
- Sivrikaya, F. ve Köse, S., 2003. Fonksiyonel Planlamada Su Kenarı Ormanlarının Önemi, KSÜ Mühendislik Dergisi, Basımda.
- Soykan, B., 1979. Aynıyaşlı Ormanların Aktüel Kuruluşlarının Optimal Kuruluşa Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanaklarının Araştırılması, KTÜ Orman Fakültesi Yayını, No : 106/5, Trabzon, 156 s.
- Soykan, B., 1984. "Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü İşletme-Amenajman Planı 1978-1982" Adlı Yapıtın Eleştirilmesi ve Kasimod Benzetim Yöntemi Uygulama Sonuçları, KTÜ Basımevi, Orman Fakültesi Yayını, No : 4, Trabzon, 89 s.
- Sun, O., 1978. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması, TÜBITAK, Proje No: 28.
- Temerit, A., 1999. Türkiye'de Orman Amenajman Planlama ve Kaynak Bilgi Sistemleri, Fethiye'de Yapılan Orman Amenajmanı İle İlgili Toplantı Bildirileri, OGM Yayını, 77-81.
- Topraksu, 1978. Türkiye Arazi Varlığı, Köyşileri ve Kooperatifler Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- URL-1, www.wfc2003.org/en/index.php Did you know. 30 Mart 2003
- URL-2, www.ogm.gov.tr Orman Genel Müdürlüğü, 22 Nisan 2003.
- URL-3, www.fbe.ktu.edu.tr/ KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Klavuzu. 4 Nisan 2003.
- Weintraub, A., Barahona, F. ve Epstein, R., 1994. A Column Generation Algorithm for Solving General Forest Planning Problems with Adjacency Constraints, Forest Science, 40 (1), 142-161.
- Wischmeier, W. H., 1974. Erosion and Sedimentation, Proc. 29 th. Annual Meeting, Soil Cons. Soc. Am. Pp. 179-186.

ÖZGEÇMİŞ

Orman Mühendisi Uzay KARAHALİL, 1978 yılında İstanbul'da doğmuştur. 1995 yılında Gazi Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra, 1996 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nü 2000 yılında dönem birincisi olarak tamamlamıştır. Aynı yıl, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.

2001 yılında atandığı K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Amenajmanı Bilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.

Yüksek Lisans öğrenimi süresince, bilim dalı ile ilgili konularda ele alınmış, 8 bildirisi bulunan KARAHALİL, İngilizce bilmektedir.