

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇOK AMAÇLI ORMAN AMENAJMAN PLANLARININ
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNE DAYALI OLARAK
AMAÇ PROGRAMLAMA YÖNTEMİYLE DÜZENLENMESİ
(Ormanüstü Planlama Birimi Örneği ile)

Orm. Yük. Müh. Mehmet MISIR

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

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Doktor"

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

106506

106506

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 01.06.2001

Tezin Savunma Tarihi : 21.08.2001

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Ünal ASAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr. Selahattin KÖSE

Başkent

Asan

Köse

Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Asım KADIOĞLU

A. Kadioğlu

TRABZON 2001

ÖNSÖZ

Günümüzde orman ürün ve hizmetlerine olan istemin gittikçe çeşitlenmesi, aynı orman alanının aynı anda birden fazla amaca göre çok amaçlı işletilmesini zorunlu hale getirmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte planlama yöntem ve araçları da oldukça gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Ülkemizde bu güne kadar yapılan çeşitli çalışmalarla, Orman amenajmanı planlama yaklaşımına bir takım yenilikler getirilmiştir. Ancak, meşcere bazında planlama, çok amaçlı planlama, veri tabanı oluşturma ve kullanımı gibi önemli eksiklikler Türkiye ormancılığında günümüze kadar çözümlenmiş değildir.

İşte bu sorunlara bilimsel yöntemlerle uygun çözüm yaklaşımı geliştirmeyi amaçlayan "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Amaç Programlama Yöntemiyle Çok Amaçlı Model orman Amenajman Planının Düzenlenmesi (Ormanüstü Planlama Birimi Örneği)" adlı çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçiminden çalışmanın sonuçlandırılmasına kadar her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgisinden ve tecrübesinden sık sık yararlandığım sayın hocam Doç.Dr. Emin Zeki BAŞKENT'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, değerli görüş ve bilgilerini hiç bir zaman benden esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Fikret KAPUCU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın her aşamasında değerli görüş ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Prof.Dr.Selahattin KÖSE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir görev sayarım.

Bilgisayar programının yazımında büyük yardımlarını gördüğüm Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi öğretim elemanlarından sevgili dostum Araş.Gör. Alper AYTEKİN'e teşekkür ederim.

Çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak emeği geçen ve adını burada saymadığım herkese teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, bu çalışma süresince de hep yanımda olan kıymetli eşim Nuray MISIR'a teşekkür ederim.

Mehmet MISIR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Ormanlardan Çok Amaçlı Yararlanma.....	6
1.3. Çalışmanın Amacı.....	16
1.4. Literatür Özeti.....	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	23
2.1. Materyal.....	23
2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	23
2.2. Yöntem.....	24
2.2.1. Çok Amaçlı Planlamanın Kavramsal Çatısının Oluşturulması.....	25
2.2.2. Mevcut Durumun Ortaya Konması (Varolan Meşcere Verileri).....	28
2.2.3. Ormancılıkta Hasılat ve Büyüme Modelleri.....	28
2.2.4. Optimal Meşcere Verileri.....	29
2.2.5. Değişik Sıklıkta Ladin Hasılat Tablosunun Oluşturulması.....	29
2.2.5.1. Ana Meşcereye Ait Hacim Öğelerinin Hesaplanması.....	30
2.2.5.1.1. Meşcere Ağaç Sayısının Hesaplanması.....	30
2.2.5.1.2. Meşcere Orta Çapının Hesaplanması.....	30
2.2.5.1.3. Meşcere Göğüs Yüzeyinin Hesaplanması.....	31
2.2.5.1.4. Meşcere Orta Boyunun Hesaplanması.....	31
2.2.5.1.5. Meşcere Üst Boyunun Hesaplanması.....	31
2.2.5.1.6. Meşcere Hacminin Hesaplanması.....	32
2.2.5.1.7. Meşcere Cari Hacim Artımının Hesaplanması.....	32
2.2.5.2. Ayrılan Meşcereye Ait Hacim Öğelerinin Hesaplanması.....	33

	Sayfa No
2.2.5.2.1. Ayrılan Meşcere Orta Çapının Belirlenmesi.....	33
2.2.5.2.2. Ayrılan Meşcere Orta Boyunun Belirlenmesi.....	33
2.2.5.2.3. Ayrılan Meşcere Hacminin Belirlenmesi.....	34
2.2.6. Yöneylem Araştırması.....	34
2.2.6.1. Simülasyon (Benzetim).....	35
2.2.6.2. Amaç Programlama.....	36
2.2.6.2.1. Amaç Programlamada Model Kurma.....	37
2.2.6.2.2. Amaç Programlamada Çözüm Yöntemleri.....	39
2.2.6.2.2.1. Grafik Yöntem.....	39
2.2.6.2.2.2. Değiştirilmiş Simpleks Çözüm Yöntemi.....	40
2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	40
2.2.7.1. Coğrafi Veri.....	42
2.2.7.2. Donanım.....	42
2.2.7.3. Yazılım.....	43
2.2.7.4. İnsan.....	43
2.2.7.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları.....	43
2.2.8. Meşcerelerin Geliştirilen ÇAPMOD Modelinde İşleme Sokulması.....	44
2.2.9. Meşcerelerin Göreceği Fonksiyonların Belirlenmesi.....	46
2.2.10. Artım ve Aralama Matrislerinin Oluşturulması.....	47
2.2.11. Hasılat Matrisleri.....	47
2.2.12. Göğüs Yüzeyi Matrisi.....	49
2.2.13. Toprak Erozyonu Matrisi.....	50
2.2.14. Su Üretimi Matrisi.....	54
2.2.15. Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması.....	54
2.2.16. Bilgisayar Yazılım Modelinin Oluşturulması.....	59
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	66
3.1. Ladin İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma.....	66
3.1.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	67
3.1.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	70
3.1.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	72
3.1.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	73
3.2. Kayın İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma.....	77
3.2.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	77

	Sayfa No
3.2.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	79
3.2.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	81
3.2.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	82
3.3. Kızılağaç İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma.....	85
3.3.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	86
3.3.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	91
3.3.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	92
3.3.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması.....	94
3.4. Orman Fonksiyon Haritalarının Düzenlenmesi.....	98
4. SONUÇLAR.....	100
5. ÖNERİLER.....	105
6. KAYNAKLAR.....	107
7. EKLER.....	113
ÖZGEÇMİŞ.....	145

ÖZET

Günümüz ormancılığında temel amaç, ekolojik dengeyi bozmadan ormanları çok amaçlı yararlanma ilkesine göre sürdürülebilirlik çerçevesinde planlamaktır. Bu araştırmada, çok amaçlı bir orman amenajman planlama süreci ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çok amaçlı planlamanın alt yapısı olan orman fonksiyonları sayısal olarak ortaya konulmuştur. Fonksiyonlara bağlı envanterin gerçekleştirilmesinde geçici ve devamlı örnekleme alanları alınmıştır. Örnekleme alanlarının alınmasından yararlanmanın düzenlenmesine kadar yapılan tüm işlemlerde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisinden yararlanılmış ve alanının coğrafi veri tabanı kurulmuştur.

Çalışmada, fonksiyonların belirlenmesinde ve çok amaçlı planlamada amaç programlama tekniği kullanılmıştır. 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. Çok amaçlı planlama modellerinin kurulması için nesne tabanlı Delphi programlama dili ile "ÇAPMOD" adlı bir model yazılım geliştirilmiştir. Meşcerelerin hasılat ve büyüme ilişkileri modellenerek ortaya konmuştur. Bu amaçla, kayın ve kızılğaç için daha önceden yapılan hasılat tabloları kullanılırken, ladin ağaç türü için değişik sıklık derecelerine göre ladin hasılat tablosu geliştirilmiştir.

Bu araştırma ile, K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ormanüstü Planlama Birimi'nden elde edilecek odun ve su üretimi miktarının artırılmasını ve toprak erozyonu miktarının azaltılmasını amaçlayan çok sayıda alternatif planlama modelleri geliştirilmiştir. Bunlar arasından en uygun ladin işletme sınıfı için üç, kayın ve kızılğaç işletme sınıfları için beşer adet çok amaçlı planlama modeli seçilmiş ve sonuçları irdelenmiştir.

Bu çalışma ile, plan yapım sürecinde bilimsel teknikler kullanılarak klasik planlama çalışmalarına göre daha kaliteli, daha hızlı, daha güvenli ve bilimsel bazda en uygun sonuçları verebilen bir planlama süreci ortaya konulmuştur. Geliştirilen çok amaçlı planlama kavramının, sürdürülebilir ormancılık çerçevesinde Türkiye ormancılığında artık dikkate alınarak geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması imkanları araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Çok Amaçlı Planlama, Orman Fonksiyonu, Coğrafi Bilgi Sistemi, Amaç Programlama, Veri Tabanı, Büyüme Modeli

SUMMARY

Developing A Multi-Objective Model Forest Management Plan using GIS and Goal Programming (A Case Study of Ormanüstü Planning Unit)

The ultimate objective of forest management is to control forest ecosystems on the basis of sustainable use of multiple values without jeopardizing ecological integrity. In this research, multi-objective forest management planning process and application were realized in a case study involving Ormanüstü Planning Unit, Maçka, Trabzon. Forest values were quantitatively determined. Data were collected from temporary and permanent sample plots. Geographic Information Systems (GIS) were used to establish the spatial database and to conduct necessary spatial analysis.

Goal programming and Delphi object oriented programming language were used in developing multi objective forest management planning model (ÇAPMOD). Forest values considered as forest management objectives in the model include wood production, soil protection and water supply. Growth and yield relations of stands were determined by modeling. Existing yield tables were used for beech and alder species. However, yield table for spruce was newly developed for different stand density.

For K.T.U. Faculty of Forestry Research Forest, various management options were tested. These include combinations of maximizing wood production while minimizing soil erosion and maximizing water supply. These three objectives were prioritized differently and the best results were obtained in three alternative models for spruce and five for beech and alder planning subunits.

This research developed a multi-objective forest management planning process that provided optimum schedule in terms of quality of the data used, quality of the results obtained, timing of plan preparation which all together eliminate the tedious work of classical forest management process. The multi-objective planning approach should seriously be considered during the preparation of forest management plans in Turkey.

Key Words : Multi Objective Planning, Forest Values, Goal Programming, GIS, Database, Growth and Yield Modeling.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. Çok amaçlı planlamanın kavramsal çatısı ve planlama süreci.....	26
Şekil 2. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri bileşenleri ve ilişkileri.....	42
Şekil 3. Araştırma alanı eğim haritası.....	51
Şekil 4. Araştırma alanı sayısal arazi modeli.....	52
Şekil 5. Hasılat tablosu ve veri girişi menüsü.....	60
Şekil 6. Meşcere tipleri tanıtım verilerinin giriş menüsü.....	60
Şekil 7. Meşcerelerin kodlanması ve sıklık hesabı.....	61
Şekil 8. Meşcere bilgilerinin girilmesi.....	61
Şekil 9. Artım ve aralama matrislerinin oluşturulması.....	62
Şekil 10. Amaç fonksiyonu matrislerinin oluşturulması.....	62
Şekil 11. Amaç fonksiyonlarının öncelik ve ağırlıklarının belirlenmesi.....	63
Şekil 12. Başlangıç simpleks tablosunun oluşturulması.....	63
Şekil 13. Sonuç tablosu.....	64
Şekil 14. Plan dönemlerine göre amaç fonksiyonu değerleri.....	65
Şekil 15. Ladin işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılışları.....	70
Şekil 16. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton).....	71
Şekil 17. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton).....	72
Şekil 18. Ladin işletme sınıfı modelleri hedeflenen ve gerçekleşen eta değerleri (m ³). 74	
Şekil 19. Kayın işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılışları.....	79
Şekil 20. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton).....	80
Şekil 21. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton).....	81
Şekil 22. Kayın işletme sınıfı modelleri hedeflenen ve gerçekleşen eta değerleri (m ³) 83	
Şekil 23. Kızılağaç işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılışları.....	90
Şekil 24. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton).....	91
Şekil 25. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton).....	93
Şekil 26. Kızılağaç işletme sınıfı modelleri hedeflenen ve gerçekleşen eta değerleri (m ³).....	95

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Orman amenajman planlama sürecinin gelişim seyri.....	3
Tablo 2. 6831 Sayılı orman yasasının 4. maddesine göre ayrılan ormanların göreceği fonksiyonlar.....	9
Tablo 3. Araştırma alanının alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı.....	24
Tablo 4. Araştırma alanı meşcere tiplerinin kodlanması.....	45
Tablo 5. Meşcere tipleri tanııtım tablosu.....	46
Tablo 6. Lbc2 (5) Meşcere tipinin hasılat matrisi değerleri (m ³ /ha).....	48
Tablo 7. Lbc2 (5) Meşcere göğüs yüzeyi matrisi değerleri (m ² /ha).....	49
Tablo 8. Lbc2 (5) Meşcere tipinin erozyonu matrisi değerleri (ton/ha).....	53
Tablo 9. Lbc2 (5) Meşcere tipinin su üretimi matrisi değerleri (ton/ha).....	54
Tablo 10. Ladin işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması....	66
Tablo 11. Ladin işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha).	67
Tablo 12. Ladin işletme sınıfı OT ve çok bozuk meşcerelerin plan dönemlerine dağılımı.....	68
Tablo 13. Ladin işletme sınıfı alanının meşcere kapalılığına göre işletme amaçlarına dağılımı.....	69
Tablo 14. Ladin işletme sınıfı modellerinin gerçekleşen eta değerlerinin dağılımı.....	75
Tablo 15. Ladin işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	76
Tablo 16. Ladin işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	76
Tablo 17. Ladin işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	76
Tablo 18. Kayın işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması....	77
Tablo 19. Kayın işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha).	77
Tablo 20. Kayın işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	84
Tablo 21. Kayın işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	84
Tablo 22. Kayın işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	84
Tablo 23. Kayın işletme sınıfı model 4 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	85
Tablo 24. Kayın işletme sınıfı model 5 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	85

Tablo 25.	Kızılağaç işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması.....	86
Tablo 26.	Kızılağaç işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha).....	86
Tablo 27.	Model 1'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha).....	87
Tablo 28.	Model 2'ye göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha).....	88
Tablo 29.	Model 3'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha).....	88
Tablo 30.	Model 4'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha).....	89
Tablo 31.	Model 5'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha).....	90
Tablo 32.	Kızılağaç işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.	96
Tablo 33.	Kızılağaç işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.	97
Tablo 34.	Kızılağaç işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.	97
Tablo 35.	Kızılağaç işletme sınıfı model 4 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	97
Tablo 36.	Kızılağaç işletme sınıfı model 5 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri.....	98
Tablo 37.	Fonksiyon haritasının oluşturulmasında meşcerelerin kodlanması.....	98
Ek Tablo 1.	Örnekleme alanlarının bazı özellikleri.....	113
Ek Tablo 2.	Araştırma alanı meşcereleri artım ve aralama matrisleri.....	117
Ek Tablo 3.	Ladin işletme sınıfı meşcerelerinin modellere göre meşcerelerin alan dağılımı (ha).....	119
Ek Tablo 4.	Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 1'e göre alan dağılımı (ha).....	134
Ek Tablo 5.	Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 2'e göre alan dağılımı (ha).....	136

Ek Tablo 6. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 3'e göre alan dağılımı (ha).....	138
Ek Tablo 7. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 4'e göre alan dağılımı (ha).....	140
Ek Tablo 8. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 5'e göre alan dağılımı (ha).....	142
Ek Tablo 9. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin gerçekleşen toplam eta değerlerinin son ve ara hasılat etalarına dağılımı.....	144
Ek Tablo 10. Kızılağaç işletme sınıfı meşcerelerinin gerçekleşen toplam eta değerlerinin son ve ara hasılat etalarına dağılımı.....	144



1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

İnsanın ormanla olan ilişkisi kendi tarihi kadar eskidir. İlkçağlardan günümüze kadar ormanlardan yararlanmıştır. Ormanı kendine barınak olarak seçmiş, meyvesinden, gövdesinden ve diğer her türlü ürününden yararlanmıştır. Başka bir anlatımla, ormanı, kendini korumak, barınmak ve ısınmak için kullanmıştır. Başlangıçta orman ekosisteminin bir ögesi gibi yaşamını sürdürürken, zamanla gelişerek çeşitli araçları kullanmaya başlamış, gereksinimleri artmış ve çeşitlenmiştir. Bu gelişim sürecinde insanın ormanla olan ilişkileri azalmamış, aksine gelişim sürecine bağlı olarak giderek daha da artmıştır. Giderek artan nüfus, dev adımlarla gelişen teknoloji ve buna paralel olarak insanların yaşam düzeyinin giderek yükselmesi sonucunda ormanlardan yararlanmanın şekli değişmiş ve yoğunluğu da artmıştır. Artan ihtiyaçların düzensiz ve plansız bir şekilde sağlanması; erozyonla toprakların kaybolması, çevre kirlenmesi, doğal hayatın kaybolması, biyolojik çeşitliliğin azalması, ormanların sağlık durumlarının bozulması ve uzun vadede ekosistem sürecinin sürekliliğinin sağlanamaması gibi pek çok sorunları da beraberinde getirmiştir (Başkent, 1999). Kıtılığı hissedilir boyutlara ulaştığında, sınırsız ve bol sanılan ormanların "tükenen kaynaklardan" olduğu da anlaşılınca, azalışı önleme, düzenli yararlanma ve yararlanmayı belli sınırlarda tutma gereği duyulmuştur (Kapucu, 1996).

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 hidrolojik, iklimik, erozyonu önleme, rekreasyon, toplum sağlığı, estetik, ulusal savunma ve doğayı koruma gibi fonksiyonlardan toplumu sürekli olarak faydalandırmayı gerçekleştirme düşüncesinden diğer ormancılık bilimleriyle birlikte orman amenajmanı doğmuştur (Eraslan, 1982).

Ormancılık, orman toprağından sürekli olarak mal ve hizmet üreten ve bu üretimi değerlendiren bir işletmedir (Kalıpsız, 1982). Orman işletmeleri, toplumun günümüz ve gelecekteki oldukça farklı isteklerine uyum sağlamaya çalışır. Mal olarak tüm gereksinimleri karşılamayı amaçlar. Aynı ölçüde ve kimi durumlarda da maldan daha önemli sayılabilecek boyutlarda gerekli olabilen toprak/su koruma, rekreasyon gibi hizmetleri de tam olarak yerine getirmek için uğraş verir (Kapucu, 1996).

Günümüz toplumuna karşı bu fonksiyonları yerine getirirken, ormancılık, aynı ölçüde de gelecekteki toplumun istek ve eğilimlerine göre ortaya çıkabilecek gereksinimleri bugünden karşılayabilme olanağı sağlama görevini de üstlenmiştir. Orman işletmelerinin etkinlikleri ağırlıklı olarak geleceğe yöneliktir. Bu yönüyle orman işletmeciliği, günümüz ve gelecekteki toplumun orman ürünlerine olan gereksinimlerini karşılamak, alt yapısal hizmetleri yerine getirmek ve bunları sürekli kılabilen tüm koşulları oluşturmak için sürdürülen akılcı ve planlı etkinliklerin bütünüdür (Kapucu, 1996).

Ormancılık geliştikçe Orman Amenajmanı da buna paralel bir gelişim göstermiştir. İlk dönemlerde ana ürün olarak odundan ve yan ürünlerden reçine, palamut, sığladan yararlanmayı planlarken, günümüzde bunlarla birlikte, kimi durumlarda da temel amaç olarak ormanın topluma sunduğu altyapısal hizmetleri (çevre koruma, eğlenme-dinlenme, doğa koruma, ekolojik fonksiyonlar) planlamakla yükümlü kılınmıştır. Kısacası günümüzde ormancılık ve orman amenajmanı bir yandan "biyokütle" olarak enerji bilançosunu ve hammadde gereksinimini dengelemekte ve denetlemekte öte yandan da ormanı doğanın özenle korunacak bir varlığı olarak ele almaktadır (Kapucu, 1996).

Ormancılık, hiçbir ekonomik sektörde görülmedik derecede geniş alanlarda yapıldığı gibi, hiçbir ekonomik sektörde rastlanılmayacak kadar da uzun bir üretim süresine sahiptir. Bu nedenle, çok geniş alanlarda etkinlik gösteren ve çok uzun bir üretim süresine sahip olan ormancılık, yine hiçbir ekonomik sektörde 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).

Türkiye'de orman amenajmanı konusunda değişik aşamalar kaydedilmiştir. Ülkemizde, ancak 19. yüzyılın sonlarına doğru düzenli bir ormancılığın kurulması gereği anlaşılmış ve gerekli girişimlere başlanılmıştır. Bu girişimler sonucu, 1870 yılında "Orman Nizamnamesi" çıkarılmış ve böylece ülkemiz ormancılığı ilk yasal düzenlemesine kavuşmuştur. 1917 yılında da ilk orman amenajmanı kanunu olan "Ormanların Usulü İdarei Fenniyeleri Hakkında Kanun" ile tüm ormanlarımızın, orman amenajman planlarına göre işletilmesi zorunluluğu getirilmiştir. Bu yasaya göre de ülkemizdeki ilk orman amenajman planı 1918 yılında yaş sınıfları yöntemine göre yapılmıştır. Ardından, 1924 yılında çıkarılan ve 1917 yılında çıkarılan yasayı yürürlükten kaldıran 504 sayılı yasa ile,

yine bütün ormanların, orman amenajman planları ile işletilmesi esası getirilmiştir. Burada 1917 yılından farklı olarak, özel kişilere ve köy tüzel kişiliklerine ait ormanlar da yasa kapsamına alınmıştır. Bu yasayla, kesin amenajman planlarının en çok üç yıl içerisinde tamamlanması öngörülmüştür (Eraslan, 1982).

Bu şekilde başlayan planlama çalışmalarına 1960'lı yıllara kadar biyolojik üretime önem verilerek ve süreklilik ilkesi göz ardı edilmiştir. Bu dönemde, ışık ağaçlarından oluşan eşit yaşlı ve tek tabakalı meşcereler, seçme işletmesiyle işletilmişlerdir. 1963 yılında Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile ormancılıkta da gerçek anlamda ilk planlı döneme geçilmiştir. Bu dönemle birlikte ormancılığımızda yaş sınıfları yöntemi dönemi de başlamıştır. Birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planları dönemlerinde (1963 - 1972) bütün ormanlarımızın amenajman planları tamamlanmıştır. Düzenlenen bu planlara göre ülkemiz orman varlığı 20.2 milyon hektar olarak belirlenmiştir (Çetin, 1992). Ancak bu dönemden sonraki yirmi yılda (1972 - 1991) 7.5 milyon hektarlık ormanlık alanın amenajman planları yenilenememiştir (Eraslan vd., 1993).

Gelişmiş ülkelerde ise, özellikle Kuzey Amerika'da ulusal ormanların planlanmasında günümüze kadar gelen dört farklı yaklaşım biçimi bulunmaktadır (Tablo 1). Bunlardan birincisi, ormanda koruma amaçlı işletim sistemidir. Ana amaç ormanın korunmasıdır. 19. yüzyılın sonlarında ortaya çıkmıştır ve süreklilik esastır. Ekosistem hakkında yeterli bilginin bulunmadığı bu dönemde, özellikle orman ekosistemleri doğal afetlere göre şekilleniyor, orman yangınlarından korunma ana amaç oluyordu. Bu dönemde amaçlanan hedeflere büyük oranda ulaşılmış, koruma gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Orman amenajman planlama sürecinin gelişim seyri

Amenajman Yaklaşımı	Amaç	Temel İlke
Koruma	Doğal afetlere ve aşırı insan müdahalesine karşı ormanları korumak	Ormanların mevcut haliyle Korunması
Sürekli Hasılat	En yüksek odun üretimi	Odun üretiminde süreklilik
Çok Amaçlı Kaynak Kullanımı	Çok çeşitli ürün elde etmek	Sürekli çok çeşitli ürün elde etmek
Ekosistem Amenajmanı	Orman ekosistem sağlığını Koruyarak sürekli azami mal ve hizmetler sunacak hedef Ekosistem yapısını elde etmek	Ekosistemin konumsal yapı ve işlevlerinin tanınarak Sürekliliğinin sağlanması

İkinci tip uygulama ise, sürekli odun hasılatı elde etmek olup, ana amaç; uzun dönemde ormandan odun endüstrisinde kullanılmak üzere yapacak odun elde etmektir. Bu yaklaşımda yıllık artımı üst düzeye çıkarmak ve buna bağlı olarak alandan sürekli ve en yüksek ürünü elde ederek ekonomik anlamda başarılı olmak hedeflenmektedir.

Diğer bir yaklaşım da ormanlardan çok amaçlı yararlanmadır. Bu yaklaşımda, orman ürünlerinden ve ormanın topluma sağladığı hizmetlerden üst düzeyde yararlanmak esastır. Çok amaçlı kullanım, hem odun ürünü üretimi hem de odun dışı hizmet üretimini içermekte ve sosyal değerleri en üst düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır.

Bu gelişmelerin doğal sonucu olarak son zamanlarda ekosistem alt yapısına dayalı planlama ağırlık kazanmaya başlamıştır. Orman ekosisteminin tanınması, onun sağlık, işlev ve konumsal yapısının biçimlendirilerek topluma üst düzeyde mal ve hizmetleri sürekli sunması şeklinde ortaya çıkan bu günümüz orman amenajmanı akımı, ekosistem amenajmanı veya doğaya yönelik orman amenajmanı olarak bilinmektedir (Başkent, 1999).

Orman amenajmanının gelişimdeki bu süreç uluslararası platformlarda da ele alınmış ve sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde sürdürülebilir orman amenajmanının temel kavram ve ilkeleri görüşülmüştür.

Dünyada ormancılık sektörü, ilk kez 1972 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Stockholm'de düzenlenen konferansta uluslararası boyutta ele alınmıştır. Ancak izleyen 10 yıl içerisinde, bu konferansta benimsenen ilkelere uyulmadığı ve alınan kararların uygulanmadığı görülmüştür. Bunun üzerine, 1983 yılında yine Birleşmiş Milletler tarafından bir komisyon oluşturulmuştur. Bu komisyonun 1987'de yayınladığı "Ortak Geleceğimiz" adlı raporda; çevre sorunlarının endişe verici boyutlara ulaştığı, ekonomik kalkınma planlarının çevre konularını ikinci plana attığı, tarımsal ve endüstriyel yayılmanın devam ettiği ve bu nedenlerle de ormanlara olan baskıların giderek arttığı vurgulanmıştır. "Sürdürülebilir kalkınma" kavramı da ilk kez bu komisyon tarafından gündeme getirilmiştir.

Bu bulguların ışığı altında 1992 yılında Brezilya'nın Rio kentinde Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED) toplanmıştır. Bu zirve sonucunda beş temel belge ortaya çıkmıştır. Bunlar sırasıyla; Rio Deklarasyonu, Gündem 21, Orman Prensipleri, İklim Değişikliği Sözleşmesi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesidir. Gündem 21, çevre ve kalkınmayı etkileyen tüm alanlarda hükümetlerin, kalkınma örgütlerinin, Birleşmiş Milletler kuruluşlarının ve bağımsız sektörlerin yapması gereken faaliyetleri

tanımlayan bir eylem planıdır. Dört ana kısım altında 45 bölümden oluşmaktadır. Bunlardan 11 numaralı bölüm doğrudan ormancılığı ilgilendirmektedir. Ormansızlaşma ile mücadele başlığı altındaki bu bölümün uygulama programında:

- Ormanların fonksiyonlarının muhafaza edilmesi
- Ormanların korunması, sürekli ve dengeli yönetimi
- Ormanlardan elde edilen ürün ve hizmetlerin sürekli ve dengeli bir şekilde kullanımı ve değerlendirilmesi
- Ormanların planlanması, değerlendirilmesi ve izlenmesi için kapasite oluşturulması

için yapılacak faaliyetler yer almaktadır.

Rio da yapılan Dünya Zirvesinden sonra 1993 yılında Helsinki'de Avrupa Ormanlarının Korunması Orman Bakanları Konferansı toplanmıştır. Bu konferansta "Sürdürülebilir Orman Yönetimi"nin bir tanımı yapılmıştır. Bu tanıma göre Sürdürülebilir Orman Yönetimi; "Ormanların ve orman alanlarının yerel, ulusal ve global düzeylerde, biyolojik çeşitliliğini, verimliliğini, kendini yenileme kabiliyetini ve yaşama enerjisini, şimdi ve gelecekte ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlarını yerine getirebilme potansiyelini koruyacak ve diğer ekosistemlere zarar vermeyecek şekilde ve derecede kullanılması ve düzenlenmesidir".

Yapılan bu tanıma göre, ormanların ekolojik, ekonomik ve sosyal olmak üzere temel fonksiyonun olduğu da kabul edilmiştir.

Sürdürülebilir orman yönetiminde 3 ana başlıkta toplanan bu fonksiyonlar, izlenecek ve değerlendirilecek normlar şeklinde 6 kriter ayrılmıştır. Bunlar da:

- 1- Orman kaynakları ve bunların küresel karbon döngüsüne katkısı
- 2- Orman ekosisteminin sağlığı ve canlılığı
- 3- Ormanların odun ve odun dışı üretim fonksiyonları
- 4- Biyolojik çeşitlilik
- 5- Ormanların koruma fonksiyonları
- 6- Ormanların sosyo-ekonomik ve diğer fonksiyonlarıdır.

Bu kriterler sürdürülebilir orman yönetiminin durumunu belirleyecektir. Bu amaçla, her kriter için bir dizi gösterge (ölçüt) belirlenmiştir. Bu göstergeler 6 kriter için toplam 27 adettir. Bu kriterlerden 3 ve 5 numaralı kriterler fonksiyonel planlama ile doğrudan ilişkilidir. Bunlar:

Kriter-3) Ormanların üretim fonksiyonlarının muhafazası ve geliştirilmesi

Göstergeler :

1. Son 10 yıl odun üretimi ve artım dengesi
2. Orman amenajman Planlarına göre yönetilen ormanların oranı
3. Odun dışı orman ürünlerinin toplam miktarı ve/veya değeri

Kriter-5)Ormanların koruyucu fonksiyonlarının muhafazası ve geliştirilmesi

Göstergeler :

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

21. yüzyılda ormanlardan beklenen yaşamsal görevlerin, ekonomik görevlerin önüne geçtiği ve global bir boyut kazandığı görülmektedir. Dünyada 1972'den beri olan gelişmelere ülkemizin uzak kalması mümkün değildir. Özellikle Rio Konferansı'ndan sonra katılan toplantı ve imzalanan sözleşmelerin ülkemiz planlama sistemine yansıtılması gerekmektedir. Helsinki sürecinde kabul edilen kriter ve göstergeler çok amaçlı planlamaya geçmeyi teşvik etmektedir. Buradan hareketle, Türkiye ormancılığında çok amaçlı planlamaya geçilmesi artık kaçınılmazdır.

1.2. Ormanlardan Çok Amaçlı Yararlanma

Orman kaynakları; sağlıklı bir orman ekosisteminde kendiliğinden oluşan ve ortaya çıktığında toplum yararına sunulabilen değerlerin (ürün ve hizmetlerin) tamamıdır (Asan, 1999). Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanımı, modern planlama çalışmalarında orman amenajmanının ana hedefi olarak önem kazanmaktadır. Dünyada ormanların toprak koruma, su üretimi, eğlenme-dinlenme, görsel etki, doğanın ve yaban hayatının korunması, sağlık gibi altyapısal hizmetlerin önemi sürekli olarak artmaktadır (Asan vd., 1997).

Ülkemizde orman kaynaklarının planlanması ve işletilmesi hiyerarşik üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Ulusal düzeyde Ormancılık Ana Planı, Orman Bölge Müdürlüğü düzeyinde Yatırım Projeleri ve Orman İşletme şeflikleri düzeyindeki orman amenajman planları ile ormancılık etkinlikleri yürütülmektedir. Bunlardan mevcut orman amenajman planları: ormanların neresinden, ne zaman ve ne kadar hasılat alınacağını belirleyen fiziki plan niteliğindedirler. Biyolojik, sosyal ve ekonomik farklılık gösteren ülkemiz ormanlarında tek amaçlı yararlanma uygulanmaktadır. Bunun sonucu olarak Türkiye ormanlarının % 97'si odun üretimi amacı ile işletilmekte, % 3'lük küçük bir bölümü de doğal dengeyi korumaya yani milli parklara ayrılmaktadır (Köse, 1994).

Çok yakın zamana kadar ülkemiz ormanlarının tamamına yakın bölümü, yalnızca değişik çap ve nitelikte yuvarlak odun üreten ve bu ürünlere duyulan istemi karşılama amacıyla işletilen doğal bir kaynak olarak algılanmıştır. Bu nedenle Bakanlar Kurulu kararı ile ayrılan Milli Parklar ve Muhafaza ormanları dışında kalan bütün ormanlar; arazi eğimi, yükselti basamakları, üst orman zonu ve step zonu gibi odun üretimini sınırlayıcı faktörler dikkate alınmaksızın üretim ormanı kabul edilmiş ve buna göre planlanmıştır (Asan, 1999).

Günümüzde orman ürün ve hizmetlerine olan istemin gittikçe çeşitlenmesi, aynı orman alanının aynı anda birden fazla amaca göre çok amaçlı işletilmesini zorunlu hale getirmiştir. Özellikle büyük kentlerin hemen bitişiğinde ve yakın çevresinde bulunan ormanlarda, başta nitelikli içme suyu üretimi olmak üzere, estetik, rekreasyon ve toplum sağlığı gibi işletme amaçları ön plana çıkmış bulunmaktadır. Toplumun bu yöndeki yoğun baskıları nedeniyle, örneğin İstanbul'da önceleri sadece çeşitli çap ve nitelikte orman ürünleri üretimi amacıyla işletilen ormanlarda, bu amaçlar giderek önemini yitirmiş ve su kaynaklarını koruma (Su Koruma), toprak erozyonunu önleme (Toprak Koruma), doğal peyzajı geliştirme ve estetik etkisini artırma (Peyzaj Koruma), bazı askeri tesisleri gizleme (Ulusal Savunma) ve halkın gezme, eğlenme, dinlenme ve spor yapma ihtiyacını karşılama (Rekreasyon) gibi işletme amaçları, ana amaçlar olarak ön plana çıkmıştır (Asan, 1992).

Ancak, orman kaynaklarından yararlanmayı çok amaçlı kullanım ilkesine göre düzenleyen bir amenajman planı 1990 yılına kadar ne yazık ki gerçekleştirilememiştir. Orman Amenajmanı uygulamalarında planlama birimlerinin kimi bölümleri her ne kadar ormanların toprak koruma ve erozyon kontrolü, su koruma ve hidroloji gibi fonksiyonlar gözetilerek "Muhafaza İşletme Sınıfı" adı altında ayrılmış ise de, bu uygulamayı çok amaçlı kullanım biçiminde değerlendirmek mümkün değildir. Çünkü, bu amaçla ayrılan ormanlarda hiçbir özel planlama ve uygulama öngörülmemekte ve ayrılan bu alanlar olduğu gibi doğaya terk edilmektedir (Asan, 1999). Buradan, ormanların hangi amaçlarla işletileceğine karar verirken aynı zamanda, ormanın göreceği fonksiyonları saptamalı, bu fonksiyonlara göre amaçları sıralamalıdır (Köse, 1994).

Ormanların topluma sunmuş olduğu fonksiyonlar ülkemizde ve diğer ülkelerde değişik biçimlerde sınıflandırılmıştır. Hindistan'lı bilim adamları bu fonksiyonları; 1) odun üretimi (kerestelik tomruk, kontrplak, kaplamalık odun, direklik odun, kağıtlık odun, kömürlük odun ve diğerleri), 2) yan ürünler (reçine, tohum, yaprak gibi yan ürünler, hayvanlar, balıklar, böcekler ve diğer ürünler) ve 3) çevre fonksiyonu (toprak ve su koruma, antierozyonel, açık hava rekreasyonu, estetik, biyolojik çeşitlilik, doğayı koruma

ve yaban hayatı koruma) olmak üzere üç ana başlık altında toplamışlardır (Tewari vd, 1995).

1960 yılında ABD'de yapılan Beşinci Dünya Ormancılık Kongresinde orman arazisinin çok yönlü kullanılması ilkesi kabul edilerek, ormanların yalnız odun hammaddesi üreten bir varlık olmadığı vurgulanmış ve yerine getirdikleri fonksiyonları; 1) odun hammaddesi ürünü, 2) su ürünü, 3) otlatma ve yem ürünü, 4) yaban hayvanları ürünü vermesi ve 5) insanlara sağladığı rekreasyon olanakları olmak üzere dört grupta ele almıştır (Öztaş, 1985).

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. 4 gruptaki 29 değişik fonksiyonun sınıflandırması şu şekildedir:

- 1- Üretim Ormanları
- 2- Koruma Fonksiyonlu Ormanlar (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).

Ormanlar, ülkelerin yapacak ve yakacak olarak odun hammaddesi ihtiyaçlarının karşılanmasında büyük öneme sahiptirler. Sadece odun hammaddesinin iki binden çok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunun yanında ormanlardan reçine, palamut, sığla yağı, defne yaprağı ve defne yağı, mantar, çeşitli yabani meyveler, av eti, şifalı bitkiler, bitki özleri vb.. çeşitli odun dışı ürünler de elde edilebilmektedir. Ancak ormanların doğrudan yararları yanında, su ve toprak koruma, ülkenin iklimini düzenleme, toplum sağlığı gibi çok yönlü ve çoğu kez odun üretim fonksiyonundan daha önde gelen yarar ve fonksiyonlara sahip olduğu da bilinmektedir. Örneğin, Almanya'da yapılan bir araştırma 100 yıllık bir ağaç kesildiği zaman, bu ağacın satışından elde edilen kazancın, o ağacın 100 yıl içerisinde topluma sağladığı yararların 1/2000'i kadar olduğunu ortaya koymuştur (Günay, 1995).

Ülkemizde ormanların gördüğü ve göreceği fonksiyonlar, özellikle Türkiye koşulları da göz önünde bulundurularak on ana başlık altında toplanmıştır (Eraslan, 1982):

1. Orman Ürünleri Üretim Fonksiyonu.
2. Hidrolojik Fonksiyon.

3. Erozyonu Önleme Fonksiyonu,
4. Klimatik Fonksiyon,
5. Toplum Sağlığı Fonksiyonu,
6. Doğayı Koruma Fonksiyonu,
7. Estetik Fonksiyon,
8. Rekreasyon Fonksiyonu,
9. Ulusal Savunma Fonksiyonu,
10. Bilimsel Fonksiyon.

Yine yürürlükteki 6831 sayılı Orman Kanunu uyarınca ülke ormanlarının; odun üretim fonksiyonunu yerine getiren ormanlar, koruma ormanları (ekolojik fonksiyonu yerine getiren ormanlar) ve milli parklar (çevre fonksiyonunu üstlenen ormanlar) olarak ayrılması öngörülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. 6831 Sayılı orman yasasının 4. maddesine göre ayrılan ormanların göreceği fonksiyonlar

ÜRETİM ORMANLARININ GÖRECEĞİ FONKSİYON	KORUMA ORMANLARININ GÖRECEĞİ ANA FONKSİYONLAR	MİLLİ PARKLARIN GÖRECEĞİ ANA FONKSİYONLAR
1. Orman ürünleri üretimi	1. Hidrolojik	1. Doğayı koruma
	2. Erozyonu önleme	2. Rekreasyon
	3. Klimatik	3. Bilimsel
	4. Toplum sağlığı	4. Estetik
	5. Ulusal savunma	

Bu ayrıma göre; Üretim Ormanları; bu ormanların ana fonksiyonu, ön planda Türk ulusunun orman ürünlerine olan gereksinmelerini karşılamak ve bunun yanında diğer fonksiyonları da yan fonksiyon olarak görmektir. Bu ormanlar 19.631.000 hektar alan kaplamakta ve Türkiye orman alanının % 97.2'sini oluşturmaktadır. Koruma Ormanları: Bu ormanlar toplumun, hidrolojik, erozyonu önleme, iklimatik, toplum sağlığı ve ulusal savunma fonksiyonlarına olan gereksinmelerini karşılamak için planlanmalı ve yönetilmelidir. Bu ormanlar, 355.545 hektar alan kaplamakta olup, Türkiye orman alanının %1.5'ini oluşturmaktadır. Milli Park Ormanları : ülkemiz ormanlarının bir bölümü de doğa koruma, rekreasyon ve estetik gibi fonksiyonlardan yararlanmak amacıyla ayrılmıştır. Milli Parklar, Av ve Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü bünyesindeki bu ormanlar 798.819 hektar alan kaplamaktadır. Araştırma amaçlı (bilimsel fonksiyon) olarak ayrılan orman alanı ise

92.188,5 hektardır. Ancak bu alanlar içerisinde orman fakülteleri araştırma ormanları yer almamaktadır (Asan, 1999).

Ormancılığın ve orman işletmesinin başta gelen görevi, toplumun orman fonksiyonlarına ve hizmetlerine olan gereksinimlerini karşılamak olduğundan, işletme amaçlarını saptayabilmek için, halkın ormanların çeşitli fonksiyonlarına olan gereksinimlerinin ve istemlerinin bilinmesi son derece gerekli ve zorunludur (Eraslan, 1980).

Türkiye'de Orman amenajmanında işletme amaçlarının sürekliliği, planlama birimleri içinde ayrılan işletme sınıfları yardımıyla sağlanmaktadır. Planlama birimlerinde işletme sınıfları, başta işletme amaçları olmak üzere, ağaç türü, idare süresi, orman formu ve işletme biçimi, bonitet sınıfı, arazi yapısı, orman ürünlerinin taşınma yönleri ile paralı ve parasız intifa hakları gibi faktörler itibarıyla aynı ve benzer koşullara sahip orman alanlarını bir araya getirmek suretiyle oluşturulmaktadır (Eraslan, 1982).

Orman kaynaklarının yeterli olması halinde, plan ünitesinde saptanan işletme amaçlarının her birisi için ayrı bir alan ayrılması mümkündür. Yani, orman alanının belirli büyüklükte bir parçası sadece rekreasyon etkinliklerine, bir başka parçası estetik ya da toprak koruma fonksiyonuna ayrılabilir, bir başka parçası da sadece orman ürünleri üretim amacı ile işletilebilir. Ancak, günümüzde daralan orman kaynakları her orman fonksiyonuna ayrı alan tahsisine olanak vermemektedir. Dolayısıyla bir orman alanının kapasite elverdiği sürece aynı anda birden fazla amaca göre işletilmesi zorunlu görünmektedir (Asan, 1990).

Orman amenajman planları, belirlenen hedeflere ulaşmak için toplumun ihtiyaçlarına göre çok yönlü yararlanmanın düzenlenmesi, çevrenin ve ekosistemin korunması ve bunların sürekliliğinin sağlanması esaslarına dayandırılarak hazırlanmaktadır. Gerçek anlamda planlama, onu etkileyen verilerin doğru, hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanması, depolanması ve işlenmesine bağlıdır. Bugün Kanada, Finlandiya, ABD gibi gelişmiş ülkelerde, ormancılık alanında bilgisayar destekli orman amenajman planlama modelleri yapıldığı halde, ülkemizde ise, orman amenajman planları geleneksel yöntemler kullanılarak düzenlenmekte ve bunun sonucu olarak da planlar güvenilirliğini büyük ölçüde kaybetmektedirler (Başkent, 1996).

Ülkemizde halen uygulanmakta olan amenajman planları, meşcere tipi ayırımından bölümlenme düzeninin oluşturulmasına, eta hesaplamasından kesim planlarının

hazırlanmasına kadar planlamanın her aşaması farklı biçimde ele alındığında, klasik ve model planlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Model planlar, uygulandıkları coğrafi bölgeler ve ortaya çıkmalarına neden olan gerekçeler itibarıyla üç gruba ayrılır (Asan, 1993). Bunlar :

- Akdeniz Orman Kullanım Projesi çerçevesinde düzenlenen işletme amenajman planları,
- Batı Karadeniz Yapraklı Tür Projesi çerçevesinde düzenlenen model planlar,
- Fonksiyonel planlardır.

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. Ayrılan işletme sınıfları "ana orman tipi" olarak tanımlanmıştır. Planlarda işletme sınıflarının ara ve son hasılat etaları simülasyon tekniği yardımıyla 100 yıllık bir dönem için hesaplanmıştır. Belirlenen etanın ayrıca, ürün çeşitlerine dağılımı da verilmiştir.

Batı Karadeniz Yapraklı Tür Projesi (Alman Projesi, Model Plan, Münferit Plan olarak da adlandırılmaktadır) kapsamındaki ilk planlar ise Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'nde düzenlenerek uygulamaya konmuştur. Daha sonraları Bolu, Kastamonu ve Sinop Orman Bölge Müdürlükleri ile son 3-4 yıldan beri de Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı bazı işletmelerde uygulanmaktadır. Bu planlarda altlık olarak 1/10000 ölçekli eşyükselti 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 alınış şekli klasik planlardan oldukça farklıdır. Bölmecik bazında planlama olarak da bilinen bu planlarda, her meşcerenin gelecekte nereye götürüleceğinin tek tek bilinmesi gerekmektedir. Bu planlar aynı zamanda tek ağaç işletme şeklini esas almaktadır.

Fonksiyonel planlama aşamasına doğru ilk adım, Batı Karadeniz Bölgesinde Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı bir işletme şefliği için Fonksiyon Haritasının düzenlenmesi ile atılmıştır (Kahveci, 1992). Ormanların mevcut fonksiyonlarını "Leitfaden

zur Kartierung Schutz-und Erholungsfunktionen des Waldes (Ormanların Koruma ve Dinlenme Fonksiyonlarına Göre Haritalanmasına İlişkin Yönerge)"in kriterlerine göre değerlendirmiştir. Batı Karadeniz Bölgesi için bu kriterlerde çeşitli değişiklikler yaparak, özellikle koruma ormanı özelliğine sahip alanlar için çeşitli kriterler ortaya koymuştur. Araştırma alanı olarak seçtiği planlama birimini üretim, koruyucu ve çevresel fonksiyonlar olmak üzere üç ana fonksiyona ayırmıştır ve haritalandırmıştır. Fonksiyonların belirlenmesinde bir takım kriterler dikkate alınmasına karşın, sezgisel olarak hareket edilmiş ve karar verilmiştir. Ancak, belirlenen fonksiyonların haritalanması el yordamı ile yapılmıştır. Ayrıca ayrılan statik konum arz ettiği yani zamanla değişmediği varsayılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Fonksiyon Haritalarının Hazırlanması adlı çalışmada Yolasığmaz (1998), araştırma alanında, orman ürünleri üretimi, koruma (toprak koruma, su koruma, çığ koruma, doğa koruma, yol ve dere kenarı koruma, sosyal baskı), rekreasyon ve bilimsel olmak üzere 4 temel fonksiyon ayırmıştır. Bu çalışmada orman fonksiyonlarının ayrılmasında yine Almanya için belirlenen kriterler esas alınmış ve bu kriterler çalışmanın yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi koşullarına uyarlanmıştır. Çalışmada fonksiyonların belirlenmesinde ve haritalanmasında coğrafi bilgi sistemleri kullanılmıştır.

Ülkemizde fonksiyonel yaklaşımla ilk plan, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Bahçeköy İşletme Müdürlüğü için 1989 yılında işletme bazında yapılmıştır. 1990 yılında, yine İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü İstanbul İşletme Müdürlüğüne bağlı dört işletme şefliği için amenajman planları aynı yaklaşımla düzenlenmiştir (Asan, 1992). İstanbul Üniversitesi Eğitim ve Araştırma ormanı için de 1996 yılında fonksiyonel amenajman planı hazırlanmıştır.

İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı İşletme şeflikleri için düzenlenen planlarda, ilk olarak plan ünitesini oluşturan meşcerelerden beklenen yarar ve fonksiyonlar belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu yarar ve fonksiyonlara göre ayrılan alanlar haritaya aktararak fonksiyon haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan bu fonksiyon haritasından yararlanılarak plan ünitesi içerisindeki her bölme ve bölmeciğin hangi fonksiyon ya da fonksiyonları yerine getireceği belirlenmiştir. Böylece erozyon kontrol, hidrolojik fonksiyon, estetik ve rekreasyon ve üretim işletme sınıfı olmak üzere dört adet işletme sınıfı ayrılmıştır (Asan, 1993). Uygulanacak silvikültürel işlemler sonucu çıkarılacak eta, meşcerelerden beklenen yarar ve fonksiyona göre farklı olacaktır ve bu da fonksiyonel eta olarak tanımlanmaktadır. Plan ünitesi içerisinde hangi meşcere tipinden ne

kadar eta alınacağı ve bu etanın çıkarılmasında ne gibi ilkelerin gözetileceği Meşcere Bakım ve Kesim Planı Tablosunda verilmiştir (Asan, 1992).

Fonksiyonel planlama konusunda ilk ve halen uygulanmakta olan bu planlarda, planlama birimi önce fonksiyonlara göre ayrılmıştır. Daha sonra bu fonksiyonlara göre işletme sınıfı ayrımı yapılmıştır. Ancak eta bilenen klasik yöntemlerle saptanmıştır. Meşcerelerin göreceği fonksiyonların belirlenmesinde sezgisel olarak karar verilmiş ve belirlenen bu fonksiyonlara göre çalışma alanına ait 1/10000 ölçekli fonksiyon haritası klasik şekilde düzenlenmiştir. Çalışma bu alanda ilk olması açısından oldukça önemlidir.

1999 yılından beri Orman Genel Müdürlüğü tarafından Muğla ve Denizli Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı bazı işletme şeflikleri için fonksiyonel amenajman planları düzenlenmektedir. Bunlara örnek olarak Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Gökova İşletme Şefliği amenajman planı verilebilir.

Orman Genel Müdürlüğü tarafından düzenlenen bu planlarda da orman fonksiyonlarının ayrımında, fonksiyonel yaklaşımla düzenlenen diğer planlar ile aynı yöntem kullanılmıştır. Yani fonksiyonların ayrılmasında sayısal bazda belli kriterler ortaya konulmamış, sezgisel olarak karar verilmiştir. Örnek olarak, Gökova İşletme Şefliği planında Doğayı Koruma fonksiyonuna ayrılan alanlar, Bakanlar Kurulu kararınca özel çevre koruma bölgesi olarak ayrılan alanlardan oluşmaktadır. Estetik fonksiyon için ise, Muğla-Fethiye karayolunun kenarındaki ormanlar ayrılmıştır. Bu ayrım doğru bir yaklaşım olmasına karşın, görsel kalitenin belirlenmesine ilişkin herhangi bir çalışma yapılmamış, tamamen sezgisel olarak hareket edilmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak 1998 yılında Orman Genel Müdürlüğü "Türkiye'de Orman Amenajman Planlama ve Kaynak Bilgi Sistemlerinin Geliştirilmesi" isimli ve kısaca FRIS (Forest Resource Information System) olarak bilinen yeni bir dış kaynaklı proje çalışması başlatmıştır. Pilot bir proje olan FRIS, uzun vadede Orman Bakanlığı bünyesindeki Genel Müdürlüklerin yararlanacağı modern bir veri tabanı kurulmasını amaçlamaktadır. Eylül 2001'de tamamlanması öngörülen bu proje ile yeni bir planlama yaklaşımı geliştirilmemiştir. Münferit planlama esas alınmıştır. Ormanların göreceği fonksiyonlardan söz edilmemiştir. Ancak, proje ile daha çok veri tabanının oluşturulması, sayısal harita üretimi ve simülasyon gibi kavramlar gündeme getirilmiştir. Sonuç olarak, bu proje ile sayısal ormancılığın temelleri atılmaya başlanmıştır.

1990 yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi tarafından düzenlenen Bahçeköy İşletmesi amenajman planı ile başlayıp günümüzde Orman Genel Müdürlüğü

tarafından da sürdürülen fonksiyonel planlama çalışmalarında; meşcerelerin göreceği fonksiyonlar yine sezgisel olarak belirlenmiştir. Orman fonksiyon haritalarının hazırlanması amacıyla Orman Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı tarafından yayınlanan "Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesi ve Haritalandırılması ile İlgili El Kitabı"nda da herhangi bir bilimsel yöntemden söz edilmemektedir.

Günümüz ormancılığında amaç, biyolojik dengeyi bozmadan ve ormanın üretim kapasitesinde bir azalmaya neden olmadan mevcut ormanlardan çok amaçlı yararlanma ilkesine göre olabildiğince sürekli bir şekilde yararlanmaktır. Bu nedenle, orman işletmesi tek bir amacı maksimize veya minimize eden çözümlere değil, birden fazla amacı birlikte sağlayan optimum çözümlere yönelmiştir. Bugüne kadar ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında ise, fonksiyonel planlama çalışmalarında sadece fonksiyonlar belirlenmeye çalışılmış, çok amaçlı planlamadan söz edilmesine karşın, bu şekilde bir planlama çalışmasına rastlanılmamıştır. Çok amaçlı planlamadan söz edebilmek için aynı alandan beklenen mal ve hizmet üretiminin iki ve daha fazla olması gerekir. Ayrıca çok amaçlılıkta, amaç önceliklerin saptanması bir zorunluluktur. Söz konusu planlarda, çok amaçlılıktan söz edilmekte, ancak, karar verme tek amaca göre yapılmaktadır. Çok amaçlı bir planlama yapılması, amaçların sayısallaştırılmaları ve amaçlara öncelik verilmesi ile mümkündür. Bu da yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan amaç programlama yöntemi ile mümkün olmaktadır.

Yöneylem araştırması tekniklerinin ülkemizde ormancılık çalışmalarında ilk kullanımı Soykan (1979) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, eşit yaşlı ormanlarda idare sürelerinin optimizasyonunda doğrusal programlama yöntemi, optimal kuruluşların belirlenmesinde de simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Kızılcım, Karaçam ve Sedir işletme sınıflarında değişik işletme amaçları için optimal idare süreleri belirlenmiştir. Yararlanmanın düzenlenmesinde ise SESİMOD, KASİMOD ve GRASİMOD adı verilen üç adet simülasyon modeli geliştirilmiştir.

Fonksiyonel planlama, planlama birimi alanının topluma sunduğu temel fonksiyonları belirler, saptanacak amaçlara göre sürekli, verimli ve en yüksek yararlanmayı gerçekleştirir. Fonksiyon ve amacın birbirlerine karıştırılmaması gerekir. Fonksiyon kendiliğinden oluşur. Orman fonksiyonu, orman ekosistemi içinde oluşan mal veya hizmetlerdir. İşletme amacı, faydalanılması düşünülen orman fonksiyonudur. Ormanların sağladığı fayda ve fonksiyonlar, fonksiyonların toplum tarafından talebi halinde amaç

haline dönüşür. Planlama biriminde birkaç fonksiyon çakışabilir. Çakışan fonksiyonların amaca dönüşmesi halinde çok amaçlı yararlanma meydana gelir. Çok amaçlı yararlanma, orman ekosistemini bozmadan, ikiden çok amacı aynı anda gerçekleştirerek, kaynakları optimal düzeyde insanların yararlanmasına sunmadır. Bazen fonksiyonel planlama ile çok amaçlı yararlanma veya planlamanın birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Bu doğru bir yaklaşım değildir. Çünkü, her fonksiyonel plan çok amaçlı plan değildir, ama her çok amaçlı plan fonksiyonel plan niteliğindedir ya da böyle olması gerekir.

Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanımı, modern planlama çalışmalarında orman amenajmanının ana hedefi olarak kabul edilmektedir. Ancak, bugünkü orman amenajman planları ile ormanların fiziki anlamda planlaması yapılmakta, plan ünitelerindeki odun üretiminin yer, zaman ve miktarı sadece bir plan dönemi için kararlaştırılmaktadır. Çok amaçlı bir planlama ile ulusal ormancılık amaçlarına ulaşmak, gelecek nesillerin ihtiyaç duyacağı mal ve hizmetleri üretmek ve sürekliliğini sağlamak mümkün olacaktır. Çok amaçlı planlamayı Türkiye'de uygulanan klasik planlama yöntemleri ile çözmek mümkün değildir. Sorun çözmeyi bilimsel yöntemle dayandıran yöneylem araştırması yöntemleri bu konuda yararlanılması gereken tekniklerdir. Yöneylem araştırması tekniklerinden Amaç Programlama Yöntemi ile birden fazla amacı aynı modelde temsil edebilmek, amaçlara öncelikler vererek hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı görebilmek mümkündür (Köse, 1985).

Çok amaçlı planlama konusunda ülkemizdeki ilk çalışma Köse (1986) tarafından yapılmıştır. Çalışmada Meryemana Araştırma Ormanında iki adet planlama modeli için amaç programlama modelleri geliştirilmiştir. Temel amaç olarak odun üretimi alınmıştır. Oluşturulan modellerde ormanların göreceği diğer fonksiyonlara yer verilmemiştir. Karar değişkenleri son hasılat kesim alanlarından oluşturulmuştur. Çalışma, çağdaş planlama tekniklerinden olan Yöneylem Araştırması tekniklerinden Amaç Programlama yönteminin ormancılıktaki ilk uygulamasıdır.

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 gerçekleştirildiğinden, verilen hedeflere tam olarak ulaşıldığında sonuç alınabilmiş, ulaşılmadığı takdirde modeller çözüm vermemiştir. Ayrıca, doğrusal programlamanın yapısı gereği tek bir amaç denklemi olduğundan, birden

fazla amacın aynı anda temsil edilebilmesi mümkün olmamıştır. En fazla odun üretiminin sağlanmasının amaçlandığı modellerde, ormanların göreceği diğer fonksiyonlara ilişkin değerler kısıtlayıcı koşul olarak yer almıştır. Çalışmada bölmecikler değil, meşcere tipleri esas alındığından meşcerelerin göreceği fonksiyonlar yerine, her meşcere tipi için fonksiyonlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu da, fonksiyonların belirlenmesinde ve planlamada "konumsal" dağılımın etkisini perdelemektedir. Aynı zamanda yapılan planların araziye uygulanmasını da doğal olarak güçleştirmektedir.

Çok amaçlı planlama konusunda yapılan çalışmalarda, ormanı oluşturan meşcereler, meşcere tipi kapsamında ele alınmış, aynı anda birden fazla amacın yer aldığı modellere yer verilmemiştir. Birden fazla amacın aynı anda temsil edilebildiği Amaç Programlama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada ise, karar değişkenleri meşcerelerin göreceği fonksiyonlar yerine, son hasılat kesim alanlarından oluşturulmuştur. Kısaca, tek fonksiyonlu modeller geliştirilmiştir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bugüne kadar yapılan bu ilgili çalışmalar ile klasik orman amenajmanı planlama yaklaşımına bir takım yenilikler getirilmiş olmasına karşın, meşcere bazında planlama, çok amaçlı planlama, veri tabanı oluşturma ve kullanımı gibi bahsedilen önemli eksiklikler Türkiye ormancılığında günümüze kadar çözümlenmiş değildir. İşte bu sorunlara bilimsel yöntemlerle uygun çözüm yaklaşımı geliştirmek için bu çalışma başlatılmıştır. Bu çalışma ile, ormanların fonksiyonlarına göre işletme sınıflarının sayısal olarak ayrılması ve bu fonksiyonlara uygun olarak çok amaçlı planlama modellerinin geliştirilmesi ve geliştirilen modellere göre çok-amaçlı orman amenajman planının düzenlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma alanı olarak, K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanını oluşturan Ormanüstü Planlama Birimi seçilmiştir.

Meşcerelerin göreceği fonksiyonların belirlenmesinde, birden fazla amacın birlikte yer alabildiği gerçeğinden hareketle, Yöneylem Araştırması Tekniklerinden Amaç Programlama Yönteminin kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Bu amaçla, planlamada temel öge olarak araştırma alanını oluşturan meşcereler (bölmecikler) esas alınmıştır. Dünyada, konuma bağlı çalışmalarda veri tabanının oluşturulmasında, verilerin depolanmasında, işlenmesinde, güncellenmesinde ve elde edilen sonuçların sunulmasında günümüz bilgisayar teknolojisinin ve Veri Tabanı İşletim

Sistemi çalışmalarının bir ürünü olan Coğrafi Bilgi Sistemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, Araştırma Alanı veri tabanının oluşturulmasından, fonksiyon haritasının düzenlenmesine kadar olan çeşitli aşamalarda coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılmıştır.

Çok amaçlı planlama modelini oluşturmak amacıyla, günümüzde bir çok işletim sistemi ve bilgisayar yazılımının oluşturulmasında kullanılan nesne tabanlı olan Delphi programlama dili kullanılmıştır (Başkent, 2001).

Bu çalışma, çok amaçlı planlamanın bilimsel karar verme teknikleri kullanılarak meşcere bazında gerçekleştirilebileceğini göstermek ve uygulamaya yönelik bir model plan geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma ile özetle ,

- Araştırma alanı coğrafi veri tabanını kurulması,
- Bilimsel karar verme teknikleri kullanılarak çok amaçlı planlamanın sağlanması,
- Meşcere bazında çalışılarak konumsal etkinin ve planların uygulanabilirliğinin de ortaya konması,
- Yan (ikincil) amaç olarak ladin ağaç türü için değişik sıklık derecelerine göre lokal hasılat tablosunun düzenlenmesi amaçlarına ulaşılabilecektir.

1.4. Literatür Özeti

Ormanların fonksiyonel ayrımı, çok amaçlı işletme amacı ve Yöneylem araştırması Teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Liu-Gao, Davis (1995), orman amenajman planlamasının, bir gelir-gider analizi ile karar sentezinin ek bir yöntemi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Planlama işlemi destekleyen çok amaçlı doğrusal programlamanın etkili bir yöntemi sunulmaktadır. Önerilen yöntemde, çelişen amaçların çözümünü engelleyen belirsizlikleri azaltma amaçlanmaktadır. Özel bir ölçüt seçeneklerde başarılı olursa, amaçların nasıl değişeceği konusundaki belirsizliklerin giderilmesi için karşılıklı parametrik değişkenlik analizi yapılır. Parametrik analizi yönlendiren karma amaç fonksiyonu, ilk seçeneği daha gelişmiş diğer bir seçenekle değiştirdiği için güncelleştirilir. Burada asıl yapılan şey, tahmini değerler kullanılarak kararı içeren kriterin ağırlıkların belirlenmesidir. Sonuç olarak, amaçların önceliği ilk çözümü genelleştirmek ve çok amaçlı planlama sorununu daha kolay çözülebilir alt

sorunlara ayırarak çözmektir. Bu yöntem ilk olarak Colorado Eyalet ormanlarında çok amaçlı planlama sorununu çözmek için kullanılmıştır. Çalışmada, ticari olmayan otlatma, ticari otlatma, odun üretimi, rekreasyon ve kar hidrolojisi olmak üzere beş amaç seçeneği ele alınmıştır.

Kangas (1992), orman kaynaklarının çok amaçlı planlanması için Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanmıştır. Söz konusu yöntem Finlandiya'da bazı ormanların, odun üretimi, koruma ve rekreasyon fonksiyonlarını çok amaçlı planlaması için uygulanmış ve doğrusal programlama tekniği kullanılarak karar seçenekleri oluşturulmuştur. Seçilen model öncelikle, karşılaştırmalara dayanmaktadır. Karmaşık karar problemlerinin analizindeki basitliği, esnekliği ve yüksek etkinliği nedeniyle Analitik Hiyerarşi Yöntemi çok amaçlı planlamalara son derece uygun olduğu belirtilmektedir.

Kangas (1993), tarafından sunulan diğer bir yöntem, bir orman alanının yeniden ormanlaştırılmasında çok yönlü yararlanma teorisine dayanmaktadır. Yöntem doğrudan orman sahiplerinin karar vermesine yardımcı olmak ve verilen kararı analiz etmek için geliştirilmiştir. Amaç seçenekleri de karar analizi modeli kullanılarak analitik olarak ele alınmıştır. Çalışmada geniş ölçüde yararlanmayı maksimize eden karar seçeneklerinin en uygun olduğu önerilmiştir. Ayrıca karar seçeneklerinin sıralanması konusunda da amaçların ağırlığını değiştirmenin etkilerini ölçmek için duyarlılık analizleri yapılmıştır. Bu yaklaşım özellikle orman kaynaklarının çok yönlü planlamasında karşılaşılan sorunların çözümünde kullanılabilir.

Mendoza, Sprouse (1989), orman sistemlerinin karmaşık yapıları nedeniyle karar verme ve planlamada karmaşık yaklaşımlara uyduğunu bildirmektedirler. Bu bağlamda orman planlamada iki yaklaşım önerilmektedir. Bu iki planlama yaklaşımı ya da yöntemi, planlamada, seçeneklerin geliştirilmesinde; bu seçeneklerin önceliklerinin belirlenmesinde ve değerlendirilmesindeki iki kritik durumu gösterme biçiminde tanımlanır. Alternatif çözümler üreten ilk yöntem, daha gerçekçi ve daha esnek seçenekler geliştirmeyi olanaklı kılan karmaşık bir yaklaşımdır. İkinci yöntem ise, karar vericiye geliştirilen seçenekleri test etmeyi, sezgi ve kararları ortaya koymayı ve bunları öncelikleştirilen seçenek gruplarını analiz etmeyi olanaklı kılar. Bu yöntemler, Illinois'deki Shawnee ulusal ormanına çok yönlü planlama amacıyla uygulanmıştır. Geliştirilen model, net bugünkü değeri, eğlenme-dinlenme alanı ve yaban hayvanlarının yaşam alanını eniyilemektedir. Modelde, idare süresi 100 yıl, plan dönemi süresi 10 yıl, meşcerenin en erken kesim yaşı 80 olarak öngörülmüştür. Plan dönemlerinin başında tüm servet alınmış ve gençleştirme

doğal yolla yapılmıştır. Orman iki alana ayrılmıştır. Eğlenme-dinlenme için ayrılan orman 50-100 yaşları arasında olacaktır. Modelin çözümü sonucunda, eğlenme-dinlenme ve yaban hayvanları için ayrılan alanlar belirlenmiş ve bugünkü net değer eniyilenmiştir.

Mendoza vd. (1987), çalışmalarında karmaşık orman planlama problemlerine çok amaçlı planlama modellerini uygulamışlardır. Seçenekleri geliştirmek için kullanılan modelleme dışında bir çok amaçlı planlama yaklaşımı olarak tanımlanmış ve çok yönlü planlama örneği ile örneklendirilmiştir. 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.

Turner (1974), üretim hasılatını, planlama bünyesindeki maliyetler ve üretim miktarı ile ABD'deki ulusal ormanda çok yönlü planlama amaçlarını karşılayan bir modeli birleştirmek için bir yöntem tanımlamıştır. Model kısıtları, üretim hedefleri olup, modeldeki değişkenler, odun üretimi, yüzeysel akış miktarı, yem miktarı ile görsel kalite değerleridir. 10.700 acre (yaklaşık olarak 4280 ha)'lık bir alana uygulanan basit çözümler modelden elde edilen uygun verilerle örneklendirilmiştir.

Oblak (1997)'a göre, odun endüstrisi sistemlerinde, optimal ekonomik ve ekolojik kararların seçimi, genellikle çelişen amaçlar söz konusu olduğu için karmaşık ve yoğun değerlendirmeyi gerektiren bir işlemdir. Amaç programlama ile karmaşık mantık yürütme yöntemine dayanan matematiksel bir yöntem kullanarak, mevcut çevresel durumu, amaçlarla tüketici isteklerini ve planlamada kullanılacak optimal yöntemi göz önünde tutarak, ekonomik ve çevresel kriterlere dayalı bir odun endüstrisi sistemi tanımlanabileceğini belirtmişlerdir.

Kooten (1995), Amaç programlamayı, British Columbia'daki Vancouver adasındaki bir ormanlık alanda uygulanan Stakeholder yönteminin ekonomik etkilerini test etmek amacıyla kullanmıştır. Amaç programlama modelinde kullanılan veriler, dikili ağaç serveti, ekonomik olmayan değerler, ülke gelirleri, istihdam oranı ve 6 adet orman amenajman amacından oluşmaktadır. Sonuçlar; rekreasyon, turizm ve ormanların kullanılmayan diğer faydalarının da dahil edilmesine karşın 4500'lük bir iş kaybı, kamu

gelirlerinde %5.5 ya da 82.5 milyon dolarlık bir azalma ve toplumun refahında da yaklaşık yıllık 440 milyon dolar bir azalma olduğunu göstermiştir.

Kangas, Pukkala (1992), ormancılık amaç programlama modelini formüle eden değişik bir yaklaşım sunmuşlardır. İlk olarak tek bir amacın optimal çözümü bulunmuştur. Amaçlardan ilk ağırlıklı sapmaların tahmininde analitik hiyerarşi yöntemini kullanmışlardır. Amaçların her birinin ayrı ayrı optimal durumlarından ağırlıklı sapmaların toplamı en aza indirilmiştir. Mutlak sapmalar yerine göreceli sapmalar kullanılmıştır. Farklı birimlerde ölçülen kimi amaçlarla orman amenajmanı planlaması sorunu analiz edilmiştir.

Lonergan (1985), Kanada'nın Ontario kentinde ısı, elektrik veya metanol şeklinde enerji sağlayacak olan enerji ormanı plantasyonlarının gelişimi için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Oluşturulan doğrusal amaç programlama modelinde kısıtlar, ekonomik etkinlik, çevresel kalite, bölge iş istihdamı, ağaçlandırmadan elde edilecek gelir ve kazanılacak net enerjidir.

Chang, Buongiorno (1981), tarafından devlet ormanlarında çok amaçlı planlama sorununa bir çözüm sağlamak amacıyla amaç programlama yardımıyla gelir gider analizini birleştiren kaynak ayrımının bir metodolojisi sunulmuştur. Devlet ormanları balık ve yaban hayatı üretimi, rekreasyon, yem üretimi, çevresel çekicilik, su ve odun üretimi ile toplum yararını sağlamak amacıyla işletilmektedir. Geliştirilen model, kullanıcıya, her amenajman faaliyeti için amacı tam olarak gerçekleştirmek, amenajman yoğunluğunun değişen derecelerini denemek, farklı öncelikleri kullanmanın sonuçlarını belirlemek ve amenajman faaliyetleri arasındaki gelir-gideri saptamak için olanak sağlar.

Bottoms, Bartlett (1975), amaç programlama ile doğrusal programlamayı karşılaştırıp Ladin-Gökmar, Çam ormanları ile üç örtü tipinden oluşan Colorado Eyalet Ormanındaki 9050 acre (3620 ha)'lık bir alanın çok amaçlı amenajmanının bir uygulamasını vermişlerdir. Çeşitli amenajman seçenekleri, her örtü tipinden elde edilen ürün çeşitleriyle oluşturulmuştur. Toplam kâr, rekreasyonun faaliyette olduğu günler ile bütçeye göre yapılan harcamalara bakarak çeşitli önceliklere göre belirlenen dört optimum programın çözümlerini listelemişlerdir.

Field (1973), varolan durumu ortaya koymak için kullandığı amaç programlamanın tüm matematiksel ayrıntılarını vermiş, belirlediği bir grup sayısal hedeften olan sapmaların toplamının en az olmasını önermiştir. Amaç programlamanın, doğrusal programlamanın iki önemli olumsuz yanını ortadan kaldırdığını ve üretim ve çevre amaçları için planlanmış

600 acre (240 ha)'lık bir özel orman ile bu durumu varsayımlardan giderek örneklendirmiştir. Amaç programlama yönteminin bazı amaçların uyumsuzluklarını göstermede etkili olduğunu ve böylece amaçların yeniden gözden geçirilip düzeltilmesine yardım ettiğini göstermiştir.

Mendoza (1998), doğrusal ve amaç programlama yöntemlerini kullanarak, odun ve yaban hayatı işletmeciliğini birleştiren çok amaçlı bir planlama modeli geliştirmiştir. Odun ile ilgili amaç, kalan ve ayrılan meşcere hacmini içeren odun üretiminin, yaban hayatı amacı ise, yaban hayvanı tür sayısının eniyelenmesidir.

Pukkala, Kangas (1993), çok amaçlı bir orman planlama modeli geliştirmiştir. Modele konu alan 45.8 hektar olup, huş ve çam meşcerelerinden oluşmaktadır. Modelde yer alan değişkenler, 20 yıllık planlama dönemi sonundaki toplam hacim, yıllık hacim artımı, ortalama görsel kalite değeri, birinci ve ikinci 10 yıllık dönemde elde edilen net gelirdir. Modelin çözümü sonucunda, 6114 m³ toplam hacim, 243 m³ yıllık ortalama artım ve 6.6 birim ortalama görsel kalite değeri elde edilmiştir.

Muckenfus (1994) tarafından Amerika'nın Kuzey Carolina Eyaletinde, Kuzey Carolina Yaban Hayatı ve Doğal Kaynaklar Araştırma Bölümü (South Carolina Wildlife ve Marine Resource Department), Amerika Balıkçılık ve Yaban Hayatı Hizmetleri Servisi (USDI Fish and Wildlife Service) ve Doğal Hayat Koruma (Nature Conservancy and Ducks Unlimited) Kuruluşları tarafından yapılan çalışmalar tanıtılmaktadır. Planlama sahasında ana amaç olarak odun üretimi esas alınırken, yetişme ortamında biyolojik çeşitlilik ve doğal dengenin korunması ikinci amaç olmuştur. Üretim ormanları 100 acre (40 ha.)'yi geçmezken, meşcere tipleri ve alanları eşit şekilde dağıtılmaya çalışılmış ve yetişme ortamı çeşitliliği sağlanmıştır. Su kalitesinin korunması amacıyla ilgili kuruluşların çalışma alanlarında bulunan dere kenarlarında 150-300 fit (45-90 m.) genişliğinde bir alan toprak ve su koruma fonksiyonu için ayrılmıştır.

Kuzey Pasifiklerde Augusta Projesi adı ile bilinen çalışmada; doğal hayatı koruma ana prensip kabul edilmiş, üretim amacı ikinci amaç olarak ele alınarak fonksiyonel alanlar ortaya konmuştur. Planlamada amaç, mevcut doğal türlerin ve ekosistem sürekliliğinin sağlanması için gerekli düzenlemelerin yapılmasıdır. Ekosistem amenajmanı yaklaşımı esas alınmış olup, o yöreye ait ana türleri korumak ve odun üretimi için gerekli sosyal ve ekolojik yapı test edilmiştir (Cisseel vd., 1994).

Boiling vd. (1996), Amerika'nın Idaho Eyaletinde Potlatch Şirketi tarafından sürdürülen doğaya uygun orman amenajmanı çalışmalarını tanıtmışlardır. CBS teknolojisi,

çalışmanın çeşitli aşamalarında kullanılmıştır. Öncelikle su temini, estetik değer ve rekreasyon gibi hizmet değeri taşıyan sahalar belirlenmiştir. Özellikle nehir kenarlarında yetişen bitki örtüsünün yer aldığı planlama alanlarının koruma fonksiyonuna sahip alanlar olarak ayrılması, bu alanlarda yeni düzenlemeler yapılması esas alınmıştır.

Yavuz (1992), “Değişik Yaşlı Meşcerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi ile Analiz Edilmesi” adlı çalışmada, değişik yaşlı ladin meşcerelerinde, markov zincirleri yöntemini kullanarak büyümenin saptanmasında gerekli olan geçiş ihtimallerini simülasyon yöntemi ile belirlemiştir. Belirlenen bir dönem ve oluşturulan çap kademelerine göre ağaçların çap kademesinde kalma, üst çap kademelerine geçme, hasat edilme, kuruma ve meşcereye katılmalar farklı durumlar olarak belirtilmekte ve belirtilen bu durumların geçiş ihtimallerinin hesaplanması ile değişik yaşlı bir meşcerenin geçiş matrisi oluşturulmakta. başlangıç dağılımının verilmesi ile de meşcerenin arzu edilen dönemdeki durumları belirlenebilmektedir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yapılan araştırmanın bu bölümünde, Yöneylem Araştırması Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla bir orman amenajman planı düzenlemek için seçilen araştırma materyali ve bu materyale bağlı olarak geliştirilen çok amaçlı planlama modeli tanıtılacaktır.

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanı (Ormanüstü Planlama Birimi), araştırma alanı olarak seçilmiştir. Araştırma alanını kapsayan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G-44a₄, G-43d₁, G42b₃, G42c₂), Toprak Tipleri Haritası (Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü'nden), Jeoloji Haritası (MTA Bölge Müdürlüğü'nden) ve Orman Amenajman Planı ve haritaları (meşcere haritası, bonitet haritası, yaş sınıfları haritası, yolağı haritası) çalışmanın değişik aşamalarında kullanılan altlıklardır.

2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırmaya konu olan alan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu alanın, Orman Genel Müdürlüğü'nün 22.02.1985 tarih ve A.5.Tk.-70/3 sayılı olurları ile K.T.Ü. Orman Fakültesi'nin yararlanması amacıyla "Eğitim-Araştırma ve Uygulama Ormanı" olarak ayrılması kabul edilmiştir. Ancak bu konuda 1991 yılına kadar herhangi bir gelişme olmamıştır. Konu 1991 yılında yeniden ele alınmış ve Orman Genel Müdürlüğü'nün 08.05.1991 tarih ve APK.1.Tk.-70 sayılı yazılarıyla Bakanlık olurlarına sunulmuş ve orman Bakanlığı onayı ile yürürlüğe konulmuştur. Yine aynı kararlar, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı "Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletme Şefliği" kurularak, ormanın üretim, koruma ve işletmecilik hizmetleri bu işletme şefliğince yürütülmesi sağlanmıştır.

Araştırma alanı, 40° 48' 45" - 40° 43' 25" kuzey enlemleri ile 39° 36' 41" - 39° 28' 39" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden 2279.8 m. yükseklikteki Kuzu Korusu Tepesi araştırma alanının en yüksek noktasını oluşturmaktadır.

Ormanüstü planlama birimini kapsayan araştırma alanı, 1971 tarihli orman amenajman planında Ladin, Kayın+Ladin ve Kızılağaç işletme sınıfı olmak üzere üç işletme sınıfına ayrılmıştır. 1984 tarihinde yapılan ve uygulanmakta olan orman amenajman planında ise, aynı alan Ladin, Kayın, Kızılağaç ve Koruma karakterinde olmak üzere 4 işletme sınıfına ayrılmıştır. Planlama birimi alanı, 1971 yılı planında 80 bölmeden oluşmakta iken, 1984 tarihli planda bölme sayısı 146'ya çıkarılmıştır. 1971 ve 1984 planlarına göre Ormanüstü planlama birimi için alan, servet ve artımın işletme sınıflarına dağılımına ilişkin kimi veriler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Araştırma alanının alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı

Plan Yılı	İşletme Sınıfı	Ormanlık Alan (Ha)		Ormansız (Ha)		Toplam Alan (Ha)	T.Servet (m ³)	T.Artım (m ³)
		Ağaçlı	Ağaçsız	Tarım	Mera			
1971	Ladin	2060.0	257.0	1725.0	-	4042.0	289594	11602
	Kayın-Ladin	1544.0	31.0	195.5	-	1770.5	326574	10274
	Kızılağaç	186.5	1.5	-	-	188.0	23527	851
Toplam		3790.5	289.5	1920.5	-	6000.5	639695	22727
1984	Ladin	2591.5	146.0	1628.0	263.0	4628.5	485665	14153
	Kayın	447.0	7.0	-	-	454.0	82475	1076
	Kızılağaç	101.0	2.0	-	-	103.0	7920	169
	Koruma	800.5	-	14.5	-	815.0	43950	908
Toplam		3940.0	155.0	1642.5	263.0	6000.5	620010	16306

Araştırma alanındaki ormanlık alanın, 3105.25 hektarı iyi koru, 171.00 hektarı bozuk koru, 8.00 hektarı baltalık ve 506.25 ha'ı bozuk baltalık karakterindedir (OGM, 1982).

2.2. Yöntem

Bu çalışmada, Yöneylem Araştırması Tekniklerinden ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmıştır. Yöneylem araştırması tekniklerinden simülasyon ve amaç programlama yöntemleri kullanılmıştır. Simülasyon, meşcere göğüs yüzeyi ve hasılat matrislerinin elde edilmesinde, amaç programlama ise çok amaçlı planlamada

yararlanmanın düzenlenmesinde tercih edilmiştir. Coğrafi bilgi sistemleri de, konumsal verilerin elde edilmesinde, analizinde ve araştırma alanına ait çeşitli haritaların (eğim haritası, bakı haritası, fonksiyon haritası ... vb.) düzenlenmesinde kullanılmıştır.

2.2.1. Çok Amaçlı Planlamanın Kavramsal Çatısının Oluşturulması

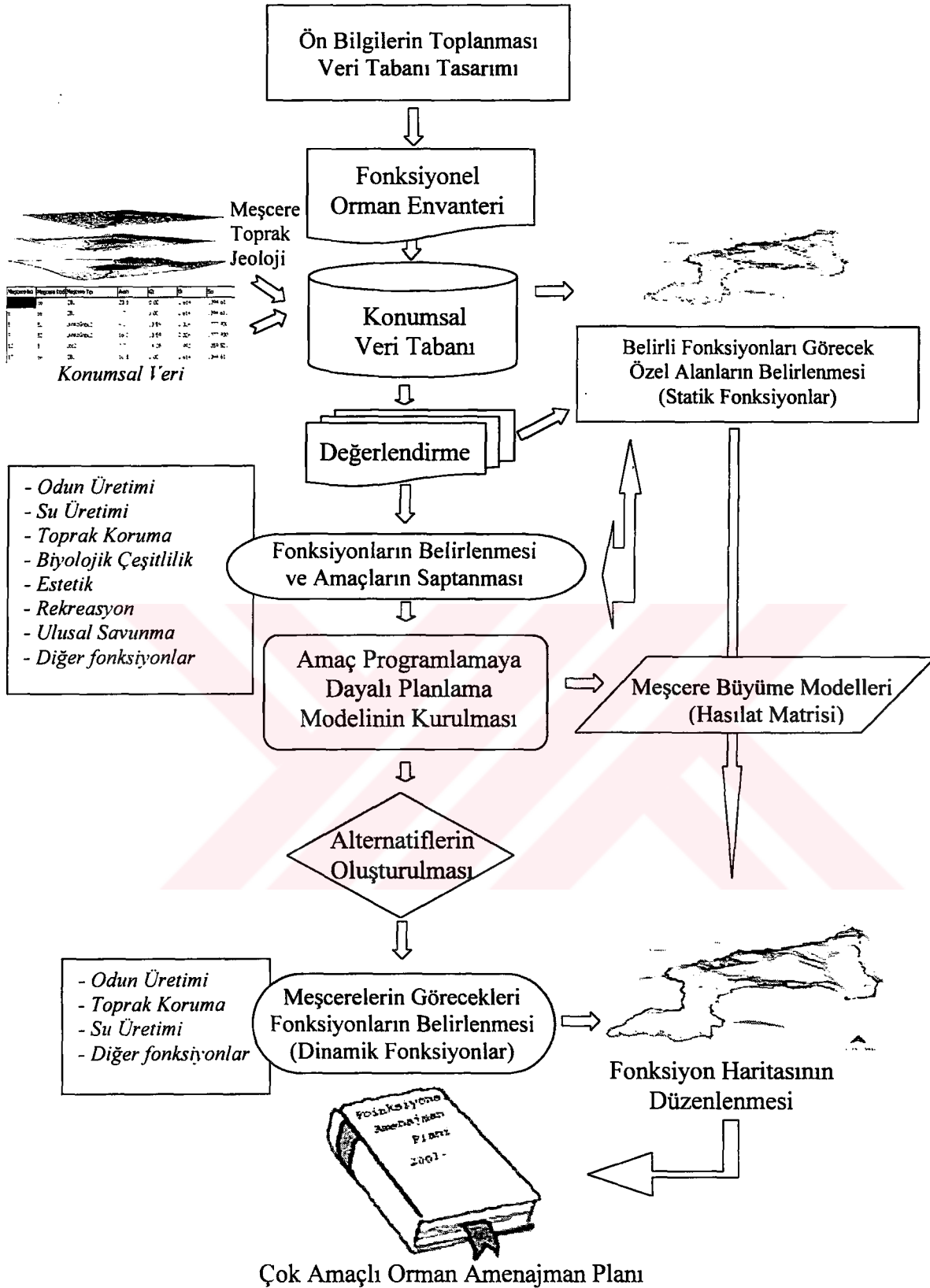
Çok amaçlı planlamanın kavramsal çatısını da oluşturacak işlem süreci aşağıdaki şekilde olacaktır (Şekil 1):

1- *Planlama birimine ait çeşitli harita ve bilgilerin oluşturulacak veri tabanına aktarılması*; çalışma alanına ait jeolojik yapı haritası, toprak tipleri haritası, meşcere haritası, topoğrafik harita, ...vb haritalar ile bunlara ait çeşitli öznitelik verileri veri tabanına girilir.

2-*Orman envanteri*; ormanın bugünkü durumunu ortaya koymak amacıyla, çok amaçlı bir planlama çalışması öncesinde yapılacak olan envanter çalışmasında, bilinen klasik envanteri de içerecek şekilde, aşağıda sıralanan envanterlerin yapılması gerekmektedir.

- alan envanteri
- ağaç serveti ve artımının envanteri
- yetişme ortamının envanteri
- odun dışı ürün envanteri
- ekonomik ilişkilerin envanteri
- fonksiyon envanteri
 - a- fonksiyonların (toprak erozyonu, su, oksijen, estetik değer vb) ölçümü (Orman Ekolojisi) ya da değerlendirilmesi (görsel kalite ve biyolojik çeşitlilik örneği gibi)
 - b- fonksiyonların meşcere özellikleri (yaş, göğüs yüzeyi, boy, hacim, artım) ile ilişkilendirilmesi (Orman Amenajmanı)

Bu araştırmada gerçekleştirilen envanter çalışmasında yukarıda sıralanan envanter çeşitlerinden, yetişme ortamı envanteri, odun dışı ürün envanteri ve ekonomik ilişkilerin envanteri araştırma kapsamı dışında olduğundan yapılmamıştır. Ancak, çalışma sırasında gerekli olan yetişme ortamına ilişkin bilgiler, aynı araştırma alanında daha önceden Altun (1995) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır.



Şekil 1. Çok amaçlı planlamanın kavramsal çatısı ve planlama süreci

3-Belirli fonksiyonları (*milli park, koruma, av, piknik ve kamp*) yerine getirecek özel alanların ayrılması; yapılan envanter çalışması sırasında ve gerçekleştirilen coğrafi analizler sonucunda, bazı fonksiyonları yerine getirecek özel alanlar belirlenerek bunların yerleri haritalarda işaretlenir. Bu alanlar model kapsamı dışında tutulacak ve koşullar ne olursa olsun bu değişmeyeceği varsayımından hareket edilerek, bu alanların göreceği fonksiyonlar da "statik fonksiyon" olarak adlandırılmıştır.

4-Envanter verilerinin değerlendirilmesi; envanter çalışması sonucunda elde edilen bilgiler değerlendirilerek sonuçları daha önceden tasarlanan konumsal veri tabanına aktararak çok amaçlı planlama için veri tabanı oluşturulur.

5-Fonksiyonların belirlenmesi; bu aşamada çalışma alanında dikkate alınacak orman fonksiyonlarının neler olduğu belirlenir. Bu fonksiyonlar belirlenirken envanter çalışması sonucunda elde edilen bilgiler ile, planlama birimi konumu, piyasanın istekleri gibi özellikler dikkate alınır.

6-Meşcere büyüme modellerinin kurulması; bu aşamada belirlenen fonksiyonlara ilişkin veriler çeşitli meşcere özellikleri ile ilişkilendirilerek (örneğin, regresyon analizi), bu fonksiyonların meşcere özelliklerine göre değişimini gösteren denklemler elde edilir. Bu denklemler yardımıyla bu fonksiyonlara ait matrisler oluşturulur. Meşcerelere ait hasılat matrislerinin elde edilmesi amacıyla da meşcere büyüme modelleri kurulur.

7-Amaç programlamaya dayalı çok amaçlı planlama modelinin oluşturulması; planlamada dikkate alınacak amaç fonksiyonları ile bu fonksiyonların öncelikleri ve ağırlıkları belirlenir. Ayrıca, plan dönemlerinin hedeflenen eta, toprak erozyonu ve su üretimi miktarları bu aşamada ortaya konur.

8-Alternatif çözümlerin oluşturulması; oluşturulan modeller çözümlenerek elde edilen sonuçlara göre, modellerdeki amaç öncelikleri isteklere göre yeniden düzenlenerek değişik çözümler elde edilir.

9-Meşcerelerin göreceği fonksiyonların belirlenmesi; oluşturulan amaç programlama modelinin çözümü sonuçlarına göre meşcerelerin göreceği fonksiyon ya da fonksiyonlar ortaya çıkmaktadır. Buradan belirlenen fonksiyonlar çeşitli amaç ve önceliklere göre değişeceğinden bu fonksiyonlar "dinamik fonksiyon" olarak adlandırılmıştır.

10-Fonksiyon haritasının düzenlenmesi; kurulan amaç programlama modeli sonucunda seçilen alternatif model sonucu verilerine göre belirlenen dinamik fonksiyonlar

ile daha önceki aşamada belirlenen statik fonksiyonları görecek alanlar haritaya aktarılarak fonksiyon haritası elde edilir.

11-*Çok amaçlı planlama*; Bu aşamaya kadar elde edilen bulgular yardımıyla fonksiyonel eta belirlenerek kesim planı düzenlenir. Dolayısıyla çok amaçlı bir orman amenajman planı düzenlenmiş olur.

2.2.2. Mevcut Durumun Ortaya Konması (Varolan Meşcere Verileri)

Araştırma alanında yer alan meşcere tiplerine ilişkin kimi veriler (yaş, hektardaki servet, artım, ara hasılat miktarı, ağaç sayısı ... vb.), Ormanüstü Planlama Birimi amenajman planından elde edilmiştir. Bu veriler, orman amenajman planında yer alan Meşcere Tipleri Tanıtım Tablosundan, araştırma alanında yer alan 21 değişik meşcere tipi için ayrı ayrı belirlenmiştir.

2.2.3. Ormancılıkta Hasılat ve Büyüme Modelleri

Meşcerede büyüme, belirli bir zaman sonunda meşcere elemanlarındaki değişim olarak ölçülmektedir. Hasılat ise, her bir periyot için çıkarılan ya da hasat edilen meşcere elemanlarının miktarı olarak tanımlanabileceği gibi, herhangi bir zamanda çıkarılan miktar olarak da tanımlanabilir (Kalıpsız, 1982).

Ormancılık literatüründe, büyüme ve hasılatın hesaplanması için bir çok model sunulmuştur. Ancak, model seçiminde pek çok karmaşa yaşanmaktadır. Sağlıklı doğal meşcerelerden elde edilen veriler değerlendirilerek hasılat tablosu olarak adlandırılan ilk modeller geliştirilmiştir. Bunlar tablo ve grafikler halinde bir araya getirilerek yayınlanmış ve günümüzde de kullanılmaktadır. Bu modellerde çok sayıda ve karmaşık matematiksel büyüme fonksiyonları kullanılmıştır. Ormancılıkta günümüzde tasarlanan büyüme modelleri ise, çok daha karmaşık olup, özellikle bilgisayarlardan yararlanılarak tek ağaçlara bağlı olarak düzenlenmektedirler (Davis, Johnson, 1987).

Büyüme ve hasılat modelleri kısaca dayanak alındıkları birime göre :

- 1- Tam meşcere modelleri
- 2- Çap kademesi veya sınıfı modelleri
- 3- Tek ağaç modelleri şeklinde sınıflandırılmaktadır

2.2.4. Optimal Meşcere Verileri

Araştırma alanında yer alan meşcerelere ait optimal veriler, hasılat tablolarından elde edilmiştir. Kayın için Carus (1998)'un, Kızılağaç için Kapucu, Batu (1995)'nin düzenledikleri hasılat tabloları kullanılmıştır. Ladin ağaç türü için ise, Akalp (1978) tarafından geliştirilen hasılat tablosunun Normal hasılat Tablosu olması ve araştırma alanında yer alan ladin meşcerelerinin büyük çoğunluğunun müdahale görmüş meşcereler olması dolayısıyla sıklık derecesinin de değişken olarak alınıp, daha güvenilir tahminler veren sıklık derecelerine göre düzenlenmiş hasılat tablosunun geliştirilmesi yoluna gidilmiştir. Bu amaca uygun materyalin de envanter çalışması sırasında elde edilmesi, bu düşünceyi desteklemiştir.

2.2.5. Değişik Sıklıkta Ladin Hasılat Tablosunun Oluşturulması

Yaklaşık 6000 hektarlık bir alanı kapsayan K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanının Envanterinin yapılması amacıyla, örnekleme alanları sistematik olarak (300x150 m.) tüm alana dağıtılmıştır. Bunlardan bir bölümü (300x300 m.'ye denk gelenleri) devamlı örnekleme alanı olarak belirlenmiştir. Coğrafi bilgi sistemlerinin konumsal analiz fonksiyonları kullanılarak sayısal arazi modeli üzerinde yapılan örnekleme alanlarının dağıtımında, yerleşim alanları, mera, OT (orman toprağı), kayalık alanlar, çok bozuk meşcere tipleri ile yolların her iki yanından 20 m. ve dere kenarlarından 15 metrelik şerit içerisine düşen örnekleme alanları çıkarılmıştır. Ayrıca arazi çalışmaları sırasında da açıklık ve kayalık gibi alanlara düşen örnekleme alanları iptal edilmiştir. Amaca uygun toplam 247 adet örnekleme alanı alınmıştır. Alınan bu örnekleme alanlarının bazı özellikleri Ek Tablo 1'de verilmiştir.

Meşcere kapalılığına bağlı olarak belirlenen örnekleme alanı büyüklüğüne göre, alınan her örnekleme alanındaki bütün ağaçların türleri, göğüs çapları, gövde nitelikleri ve silvikültürel durumları belirlenmiştir. Bunların dışında çap kademelerinden en az bir ağaçta çift kabuk kalınlığı, ağaç yaşı, ağaç boyu, tepe başlangıç yüksekliği ve son on yıllık halka genişliği (mm. duyarlılığında) ölçülmüştür. Örnekleme alanı büyüklüğüne göre belirlenen sayıda ağaçta da üst boy ölçümü de yapılmıştır.

2.2.5.1. Ana Meşçereye Ait Hacim Ögelerinin Hesaplanması

Örnekleme alanlarının bonitet endeksleri, sıklık dereceleri, ağaç sayıları, orta çapları, orta boyları, göğüs yüzeyleri, üst boyları, hacim ve hacim artım değerleri hesaplandıktan sonra, ana meşçereye (kalan meşçere) ait hacim ögelerinin hesaplanmasına geçilmiştir. Sıklık derecelerinin hesaplanmasında meşçere orta çapı ile ağaç sayısı arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır.

Meşçere ağaç sayıları (N), göğüs yüzeyleri (G), orta çapları (D_g), orta boyları (H_g), hacimleri (V) gibi hasılat ögeleri; bonitet endeksi, sıklık derecesi ve yaş gibi üç bağımsız değişken yardımıyla hesaplanmıştır. Aşağıda her birinin hangi yöntemle bulunduğu kısaca açıklanmıştır.

2.2.5.1.1. Meşçere Ağaç Sayısının Hesaplanması

Kalan meşçerenin ağaç sayısının hesaplanması için, örnekleme alanlarının ağaç sayılarının logaritmaları ile, bonitet endeksinin karesi, sıklık derecesinin karesi ve meşçere yaşı ilişkiye getirilerek yapılan regresyon analizi sonucunda aşağıdaki gibi bir denklem elde edilmiştir. Denklem, istatistiksel olarak kullanılabilen olup belirtme katsayısı $R^2=0.66$ ve standart hatası $SE=0.255$ 'tir.

$$\ln N = a + bBE^2 + cSD^2 + dA \quad (1)$$

$$\ln N = 7.895759 - 0.001876BE^2 + 0.863122SD^2 - 0.006326A$$

Burada N; Meşçere ağaç sayısını, BE; Bonitet endeksini, SD; Sıklık derecesini ve A; Meşçere yaşını göstermektedir.

2.2.5.1.2. Meşçere Orta Çapının Hesaplanması

Meşçere orta çapı olarak göğüs yüzeyi orta ağacının çapı esas alınmıştır. Örnekleme alanlarının orta çaplarının logaritmaları ile bonitet endeksinin karesinin logaritması, sıklık derecesi ve yaşın tersi ilişkiye getirilerek yapılan regresyon analizinde belirtme katsayısı $R^2=0.65$, standart hata $SE=0.134$ olan aşağıdaki gibi bir denklem elde edilmiştir. Denklemde D_g , meşçere orta çapını göstermektedir.

$$\ln D_g = a + b.\ln(BE^2) + c.(SD) + d / A \quad (2)$$

$$\ln D_g = -1.738841 + 0.87634\ln(BE^2) - 0.172198(SD) - 34.689433 / A$$

2.2.5.1.3. Meşcere Göğüs Yüzeyinin Hesaplanması

Örnekleme alanlarının göğüs yüzeylerinin logaritmalarının bağımlı değişken, bonitet endeksinin logaritması, sıklık derecesinin logaritması ile yaşın tersinin bağımsız değişken olduğu regresyon analizi sonucunda aşağıdaki gibi bir ilişki bulunmuştur ($R^2=0.9355$, $SE=0.0771$).

$$\ln G = a + b.\ln(BE) + c.\ln(SD) + d / A \quad (3)$$

$$\ln G = 1.287529 + 0.990155\ln(BE) + 0.928199\ln(SD) - 19.695096 / A$$

2.2.5.1.4. Meşcere Orta Boyunun Hesaplanması

Örnekleme alanlarının orta boylarının (H_g) logaritması, bonitet endeksinin logaritması, sıklık derecesinin logaritması ve yaşın tersi ile ilişkiye getirilerek yapılan regresyon analizi sonucunda belirtme katsayısı (R^2) 0.69 ve standart hatası (SE) 0.086 olan aşağıdaki gibi bir denklem elde edilmiştir.

$$\ln H_g = a + b.\ln(BE) + c.\ln(SD) + d / A \quad (4)$$

$$\ln H_g = -0.676489 + 1.210552\ln(BE) - 0.082263\ln(SD) - 26.86078 / A$$

2.2.5.1.5. Meşcere Üst Boyunun Hesaplanması

Meşcere üst boyunun hesaplanmasında, meşcere üst boyu ile meşcere orta boyu arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Bu iki değişken arasında yapılan regresyon analizi sonucunda istatistiksel olarak kullanılabilen, belirtme katsayısı $R^2=0.79$ ve standart hatası $SE=0.956$ metre olan bir denklem elde edilmiştir. Bu denklemden yararlanılarak kalan meşcerenin üst boy (H_b) değerleri hesaplanmıştır.

$$H_{\ddot{u}} = a + b.H_g \quad (5)$$

$$H_{\ddot{u}} = 10.373896 + 0.71092H_g$$

2.2.5.1.6. Meşcere Hacminin Hesaplanması

Örnekleme alanları için hesaplanan hacimlerin logaritmaları ile bonitet endeksi, sıklık derecesinin logaritmaları ve yaşı'n tersi arasında yapılan regresyon analizi sonucunda belirtme katsayısı (R^2) 0.89 olan ve istatistiksel anlamda da kullanılabilen ($SE=0.1153$) bir ilişki elde edilmiştir.

$$\ln V = a + b.\ln(BE) + c.\ln(SD) + d / A \quad (6)$$

$$\ln V = 1.597457 + 1.670774 \ln(BE) + 0.882637 \ln(SD) - 33.168613 / A$$

2.2.5.1.7. Meşcere Cari Hacim Artımının Hesaplanması

Meşcere cari hacim artımı, kalan meşcerenin periyot başındaki hacim ile periyot sonundaki hacim arasındaki farka ayrılan meşcere hacminin eklenip periyot uzunluğuna bölünmesiyle bulunmuştur.

$$CHA = \frac{(V_s - V_b) + V_a}{n} \quad (7)$$

Burada;

CHA=Cari hacim artımını (m^3/ha)

V_s = Periyot sonu kalan meşcere hacim değerini

V_b = Periyot başı kalan meşcere hacim değerini

V_a =Ayrılan meşcere hacim değerini

n =Periyot uzunluğunu göstermektedir.

2.2.5.2. Ayrılan Meşçereye Ait Hacim Ögelerinin Hesaplanması

Ayrılan meşçereye ait ögeler, envanter çalışması sırasında ilk 10 yılda meşçereden çıkarılması kararlaştırılan ağaçlardan yararlanılarak belirlenmiştir.

2.2.5.2.1. Ayrılan Meşçere Orta Çapının Belirlenmesi

Envanter çalışması sırasında meşçereden uzaklaştırılmasına karar verilen ağaçların orta çaplarının logaritmaları ile kalan meşçerenin orta çapları ilişkiye getirilerek aşağıdaki gibi, istatistiksel olarak da kullanılabilen denklem elde edilmiştir ($R^2=0.55$, $SE=0.1003$).

$$\ln D_a = a + b.D_k^2 \quad (8)$$

$$\ln D_a = 2.276586 + 0.000462D_k^2$$

Formülde, D_a : ayrılan meşçere orta çapını ve D_k ise kalan meşçere orta çapını göstermektedir.

2.2.5.2.2. Ayrılan Meşçere Orta Boyunun Belirlenmesi

Meşçereden çıkarılmasına karar verilen ağaçların orta boyu bulunarak, kalan meşçere orta boyları ile regresyon analizi yapılarak aşağıdaki gibi bir ilişki elde edilmiştir. Denklemin belirtme katsayısı $R^2=0.53$ ve standart hatası $SE=0.0986$ metredir.

$$\ln H_a = a + bH_k^2 \quad (9)$$

$$\ln H_a = 1.856508 + 0.001473H_k^2$$

Burada, H_a ayrılan meşçere orta boyunu, H_k ise kalan meşçere orta boyunu göstermektedir.

2.2.5.2.3. Ayrılan Meşcere Hacminin Belirlenmesi

Ayrılan meşcereye ait gövde hacminin belirlenmesinde, Akalp (1978) tarafından düzenlenen çift girişli hacim denkleminde yararlanılmıştır. Hacim denklemi yardımıyla bulunan tek ağaç hacmi, ayrılan meşcere ağaç sayısı ile çarpılarak ayrılan meşcere gövde hacmi elde edilmiştir.

$$V = D^2 \times (32505 \times 10^{-8} + 2453 \times 10^{-8} \times H) \quad (10)$$

Bu şekilde kalan ve ayrılan meşcere için ayrı ayrı hesaplanan hacim ögeleri, değişik sıklık ve bonitet derecelerine göre yaşa bağlı olarak tablo halinde düzenlenmiştir.

2.2.6. Yöneylem Araştırması

Yöneylem Araştırması kısaca, “bir sistemin işleyişinde karşılaşılan sorunun çözümünü elde etmek amacıyla bilimsel yol ve yöntemlerin kullanılmasıdır” (Kalıpsız, 1967). Sorun çözmede bilimsel araştırma olarak da tanımlanan Yöneylem Araştırması, karar almaya yönelik oluşu, sorun çözmeyi bilimsel yönetime dayandırması, tüm etkileşimleri dikkate alarak çözümler üretmesi ve sorunu değişik yönleriyle değerlendirerek objektif davranışı ile sorunun çözümüne daha gerçekçi yaklaşmaktadır. Yöneylem Araştırmasına biçim kazandıran ve özelliklerini yansıtan üç temel ilke vardır. Bunlar; bütünlük yaklaşım (sistem yaklaşımı), disiplinler arası yaklaşım ve bilimsel yöntemdir (Köse, 1986).

Yöneylem araştırmasında problemin çözümü bilimsel yönetime dayanmakta ve uygulanacak yöntem de genellikle 5 aşamada bütünlükte gerçekleşmektedir.

a-) Sorunun formüle edilmesi : Amacın belirlenmesi, sistemdeki seçeneklerin saptanması, sistemin karar değişkenlerinin ve kısıtlarının saptanması.

b-) Modelin kurulması : Sistemi açıklayan en iyi modelin saptanması, problemin elemanları arasındaki matematiksel bağıntıların formüller haline getirilmesi.

c-) Modelin denenmesi ve çözümü : Matematiksel çözümün bulunması.

d-) Modelin geçerliliğinin saptanması : Çözümün duyarlılığının irdelenmesi.

e-)Çözümün uygulanması : Uygulayıcıların anlayabileceği şekilde çözümün yürütülmesidir.

Yöneylem araştırması yöntemleri, yeni bir sistemin kurulmasında ya da mevcut bir sistemin yeniden biçimlendirilmesinde saptanan işletme amaçlarına en uygun çözümlmeyi sağlayan; yine bir sistemin işleyişinde karşılaşılan sorunların en uygun çözümlerini ortaya koymaya yarayan bilimsel yöntemlerdir. Yöneylem araştırması yöntemlerinin uygulanmasıyla ulaşılabacak sonuçların doğruluğu ve geçerliliği çözüme ulaştıracak modelin kurulmasında kullanılan verilerin doğruluk derecelerine, kabul edilecek kısıt, koşul ve varsayımların, türetilecek veri ve değişkenlerin sistemi yansıtırma derecelerine bağlıdır (Köse, 1982).

2.2.6.1. Simülasyon (Benzetim)

Simülasyon, gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin işlemesi için sistemin davranışlarını anlamak ya da değişik stratejileri değerlendirmek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır (Halaç, 1982).

Simülasyon yöntemi ile uzun zaman gerektiren denemeler kısa sürede yapılabilmekte, sonuçları riskli olabilecek olaylar ve değişik seçenekler incelenebilmektedir (Akalp, 1982).

Tüm yöneylem araştırması tekniklerinde olduğu gibi simülasyon yöntemi de bir karar verme tekniğidir. Diğer tekniklerden en önemli farkı, bu metodun maksimum, minimum ya da optimum sonuç gibi tek bir sonuç vermemesidir. Genelde yöneylem araştırması teknikleri optimizasyon (eniyeleme) ve simülasyon yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Simülasyon yönteminde, bir nesne veya sistemin modeli kurularak bu sistemin işleyişi araştırılır. Bu yöntemde, matematiksel modellemede olduğu gibi baştan saptanmış bir amaç yoktur. Ancak, varılması arzu edilen hedefler vardır ve bunların bilinmesi gerekir. Çeşitli öğelerden meydana gelmiş bir sistem ve bu sisteme uygulanması düşünülen alternatif kararlar vardır. Optimizasyon yöntemlerinde ise, araştırmacıya tek bir amaç fonksiyonu ile bir dizi alternatif ve kısıtlayıcılar verilir. Araştırmacıdan verilen kısıtlayıcılar altında amaç fonksiyonunu gerçekleştiren en iyi çözüm istenir. Simülasyon, problemin matematiksel olarak formüle edilmesinin güç ve analitik çözüm için elverişsiz olması durumunda uygulanan bir tekniktir (Asan, 1993).

Bu çalışmada, herhangi bir yaş sınıfındaki meşcerelerin bugünkü yaşında taşıdığı ağaç serveti miktarının, gençleştirmeye sokulacağı yaşa dek geçen sürede nasıl bir gelişim göstereceğinin izlenmesi, gençleştirme kesimleri ile ne kadar son hasılat etası ve gençleştirmeye kadar geçen süre içerisinde ne kadar ara hasılat etası alınacağını belirlenmesinde yani hasılat matrislerinin oluşturulmasında “Artım Yüzdeleri Simülasyon Yöntemi” kullanılmıştır (Eraslan, 1981).

Herhangi bir yaş sınıfına giren meşcerelerin bugünkü ağaç serveti, belirli bir periyot sonunda (10 veya 20 yıllık), hacim olarak belirli oranlarda artar. Artan bu hacim miktarının bir kısmı ağaç servetine eklenir ve bir kısmı da doğal gövde ayrılması ile ya da bakım kesimleri ile meşcereden ayrılır. Başlangıçtaki ağaç servetinin belirli bir periyot sonunda oluşturduğu tüm artıma Brüt Hacim Artımı (Cari Hacim Artımı) (0.0p) denir. Bunun bir kısmı ayrılan hacim (0.0q), diğer bir kısmı da net hacim (0.0r) artımıdır (Eraslan, 1981).

Herhangi bir yaş sınıfındaki meşcerelerin bugünkü yaşında sahip olduğu ağaç serveti miktarını V_1 ile gösterelim. Bu yaş sınıfındaki meşcerelerin 10 yıl, 20 yıl ve daha genel olarak “n” yıl sonra gençleştirme kesimlerine sokularak son hasılatın alınacağını düşünelim. V_1 ağaç servetinin, n periyodu içerisinde 0.0p₁ gibi cari hacim artımı yüzdesi ile arttığını ve bu periyotta 0.0q₁ gibi ayrılan hacim miktarı yüzdesi ile azaldığı kabul edilirse, V_1 ağaç serveti n yıl sonra V_2 miktarına ulaşacaktır. Hasılat matrislerinin nasıl oluşturulduğu Bölüm 2.2.5.1’de daha ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.2.6.2. Amaç Programlama

Ekonomik açıdan maksimum gelir ya da minimum gider sağlayan bir model çözümü (=eniye çözüm), diğer işletmelerde olduğu gibi ormancılıkta da her zaman kabul görmemektedir. Ormancılıkta maksimum yararlanmadan amaç, orman ekosistem dengesini bozmadan ve ormanın üretim kapasitesinde bir azalmaya neden olmadan varolan ormanlardan çok amaçlı yararlanma ilkesine göre olabildiğince sürekli bir şekilde yararlanmak olduğundan, orman işletmesi tek bir amacı maksimize veya minimize eden çözümlere değil, birden fazla amacı birlikte sağlayan optimum çözümlere yönelmiştir (Halaç, 1982). Amaç programlama da bu tekniklerin başında gelmektedir.

Amaç programlamaya ilişkin ilk düşünceler, 1961 yılında Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılmıştır (Ignizio, 1976; Rustagi, 1978). Karmaşık sorunların birçok amaçla modellenmesine ve amaçların fonksiyonel durumlarının farklılığına bağlı olarak;

- Doğrusal Amaç Programlama
- Doğrusal Olmayan Amaç Programlama
- Tam Sayılı Amaç Programlama ve
- 0-1 Amaç Programlama gibi dört özel programlama yöntemi geliştirilmiştir.

Günümüzde karar verme sorumluluğunda bulunanlar, karmaşık olaylara ve etkinliklere en iyi çözümü bulmak zorundadırlar. Bir problemin çözümünde tek bir amaç hedefleniyorsa, bu problemi temsil eden modeli doğrusal programlama ile çözmek ve en iyi karara ardışık çözümlerle ulaşmak olanaklıdır. Kararların tek amaçlı bir modele dayandırılması, problemin modellenmesinde birçok güçlük yaratır. Modellemenin, problemin içeriğine en uygun biçimde yapılması ve çözüm yöntemlerinin giderek geliştirilmesi sonucu ortaya çıkan amaç programlama yönteminde her amaç için erişilmek istenen belli bir hedef vardır. Çözüm kararı ise hedeflerden olan sapmanın en az olduğu seçeneğin belirlenmesi şeklinde gerçekleşir (Köse, 1986). Buna göre, doğrusal programlamada amaç denklemi, kısıtlayıcılar uyumsuz ise gerçekleştirilemez ve istenen bir çözüme erişilemez. Amaç programlamada ise, hedeflerden olan saplamalar en aza indirildiği için mutlaka bir çözüm elde edilir. Yani amaçlanan hedeflere tam ulaşılmazsa bile, model için çözüm olmadığı söylenemez. Bu durumda hedeflerden olan negatif veya pozitif yöndeki sapmalar çözümde yer alır.

2.2.6.2.1. Amaç Programlamada Model Kurma

Amaç programlamada model kurmanın 3 temel aşaması bulunmaktadır (Köse, 1984):

- 1) Amaç fonksiyonlarının kurulması
- 2) Tüm değişkenlerin sıfır ya da sıfırdan büyük olması
- 3) Erişim fonksiyonunun kurulması

Bu biçimiyle amaç programlamanın modellenmesi, doğrusal programlamaya çok benzemektedir. Doğrusal programlamadaki kısıtlayıcı koşullar, amaç programlamadaki amaç fonksiyonlarına; doğrusal programlamadaki amaç denklemi, amaç programlamadaki erişim fonksiyonuna; doğrusal programlamadaki pozitiflik koşulu, amaç programlamadaki tüm değişkenlerin pozitif olmasına benzetilebilir. Ancak, içerik yönünden farklılıklar vardır. Örneğin; doğrusal programlamada amaç denklemi minimize veya maksimize yapılırken, amaç programlamada erişim fonksiyonu daima minimize edilir.

1. *Amaç Fonksiyonlarının Kurulması* : Genel olarak amaç programlama yönteminde, bir amaç fonksiyonu;

$$G_i = f_i(\bar{X}) \quad (11)$$

$G_i = f_i(x)$ şeklinde tanımlanır. Burada;

X, x vektörü

G_i , i. Amaç

f_i , karar değişkenleri fonksiyonu

Her amaç fonksiyonunun bir sağ taraf değişkeni vardır. Bu değerler b_i ile gösterilir.

$$f_i(\bar{x}) \begin{matrix} \geq \\ = \\ \leq \end{matrix} b_i \quad (12)$$

Amaç fonksiyonlarındaki b_i değerleri, her amaç için hedeflenen değeri gösterir. Ayrıca; her amaç fonksiyonunun sol tarafına bir negatif (n_i) ve bir pozitif (p_i) sapma değişkeni eklenir. Bu durumda amaç fonksiyonu;

$$G_i = f_i(\bar{x}) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (13)$$

şeklinde olur. Burada;

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

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

Amaçlar formüle edildikten sonra, her amaç için öncelik saptaması yapılır. En önemli amaçlar birinci önceliğe alınmalıdır. Birden fazla amacın aynı öncelikte yer alması durumunda ise, amaçların birimleri aynı olmalıdır.

Amaçlara öncelikler verilebileceği gibi "ağırlık" ta verilebilir. Bu durumda, amaçların ağırlıkları önceliklerini etkilemez. Örneğin; O_1 öncelikli amaç, O_2 de O_1 'den sonraki öncelikli amaç olsun. O_2 'ye ne kadar ağırlık verilirse verilsin, O_1 daima O_2 'den öncelikli olur.

2. *Erişim Fonksiyonunun Kurulması* :Amaç programlamada, ikinci aşama ise erişim fonksiyonunun kurulmasıdır. Erişim fonksiyonunda sapma değişkenleri önem sırasına göre yer alır.

$$\bar{a} = \{g_1(\bar{n}, \bar{p}), \dots, g_k(\bar{n}, \bar{p})\} \quad (14)$$

$$\bar{a} = \{g_1(\bar{n}_1, \bar{p}_1), \dots, g_k(\bar{n}_k, \bar{p}_k)\} \quad (15)$$

Burada; \bar{a} , erişim fonksiyonudur. Hedeflerden olan sapmanın en aza indirgenmesini içerir.

3. *Tüm Değişkenlerin Sıfır ya da Sıfırdan Büyük Olması* : Modelde yer alan karar değişkenleri ile negatif ve pozitif sapma değişkenleri sıfır veya daha büyük değer taşımalıdır.

$$\bar{X}, \bar{n}, \bar{p} \geq 0 \quad (16)$$

2.2.6.2.2. Amaç Programlamada Çözüm Yöntemleri

Amaç programlamada erişim fonksiyonunun kurulmasından sonra çözümün aranmasına geçilir. Genelde, üçten az karar değişkenli modeller için “grafik çözüm”, üçten çok karar değişkenli modeller için de “Değiştirilmiş Simpleks Yöntem” uygulanır (Köse, 1986).

2.2.6.2.2.1. Grafik Yöntem

Bu çözümün yaklaşımı şu aşamalarda gerçekleşmektedir (Ignizio, 1976):

- Birinci aşamada koordinat sisteminde karar değişkenlerinin yer aldığı tüm doğrusal amaç fonksiyonları çizilmelidir.
- İkinci aşamada, üst düzeyde önceliği olan amaçların en iyi çözümü belirlenmelidir,
- Üçüncü aşamada, ikinci vb. önceliği olan amaçların en iyi çözümleri belirlenmeli, yalnız bu çözümler daha önceki çözümlerin değerini düşürmemelidir.
- Bütün öncelikler tamamlanıncaya kadar 3. aşamaya devam edilir.

2.2.6.2.2.2. Değiştirilmiş Simpleks Çözüm Yöntemi

Üçten fazla karar değişkenli amaç programlama modellerinin çözümü için "değiştirilmiş simpleks yöntemi" kullanılır. Amaç programlamada kullanılan simpleks yöntemi, doğrusal programlamada kullanılan simpleks yönteminin değiştirilmiş bir biçimidir. Burada geliştirilen yöntem, bilinen simpleks çözüm yönteminin her öncelik düzeyindeki amaç için, birbiri ardı sıra uygulanmasıdır. Ardından gelen öncelikli amaçlara geçildikçe, önceki amaç için bulunan sapma değerleri, uygulanması zorunlu kısıtlar olarak modele sokulur ve son çözüm aranır (Köse, 1986).

2.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Gerek günlük yaşamda, gerekse çeşitli hizmet ve karar organlarında ihtiyaç duyulan bilgilerin içerisinde konuma bağlı (coğrafi) bilgiler önemli bir yer tutmaktadır. Harita, plan gibi ortamlar üzerinde tutulan yol, nehir, bina, vb. dünya varlıklarına ait grafik gösterimler ile çeşitli basılı formlar üzerinde yer alan nüfus sayımı, hava sıcaklığı, seçimlerdeki oy yüzdeleri, vb. hakkındaki rakamlar ve yazılar konuma bağlı olduklarından coğrafi bilgi niteliğindedir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişme, coğrafi bilgilerin bilgisayar ortamında depolanması ve kullanımına olanak tanımıştır. Bu amaçla, coğrafi bilgiler başlangıçta grafik ve öznitelik (grafik olmayan) şeklinde bağımsız olarak ele alınmış; grafik coğrafi bilgiler için Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri kullanılırken, öznitelik coğrafi bilgiler için Veri Tabanı Yönetim Sistemleri'nden yararlanılmıştır. Bu tür sistemler, coğrafi bilginin toplanmasında, depolanmasında, işlenmesinde ve sunulmasında yeterli sonuçlar verirken; coğrafi bilgilerin analizinde yetersiz kaldıkları, dolayısıyla kullanıcıların konuma bağlı kararlar vermelerine yardımcı olma amacını yeterince karşılayamadıkları görülmüştür. Bu nedenle, grafik ve öznitelik veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemleri geliştirilmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemi, araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini artırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla coğrafi varlıklara ilişkin grafik ve öznitelik verilerin çeşitli kaynaklardan toplanması, bilgisayar ortamına

aktarılması, işlenmesi, analizi, ve sunulması fonksiyonlarını bütünlük olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinde oluşan bir bütündür (Banger, 1994).

"Coğrafi bilgi sistemleri, coğrafi referanslı her türlü bilgilerin, etkili bir şekilde toplanması, depolanması, güncelleştirilmesi, işlenmesi, analizi ve sunumu için geliştirilen, coğrafi veri, bilgisayar donanımı, yazılım ve personelden oluşan bir sistemdir" (Sarbanoğlu, 1989).

CBS tanımında yer alan temel fonksiyonlardan coğrafi bilgi toplama, depolama ve işleme fonksiyonları, coğrafi veri tabanı oluşturulmasına yöneliktir. Bu fonksiyonlar kullanılarak, grafik ve öznelik bilgiler bilgisayar ortamına aktarılmakta; gerekli düzeltmelerin yanısıra koordinat ve projeksiyon dönüşümleri yapılmakta; bu bilgiler yapılandırılmakta, aralarındaki mantıksal ve topolojik ilişkiler kurulmakta ve sonuçta coğrafi veri tabanı kullanıma hazır duruma getirilmektedir (Maguire vd., 1992).

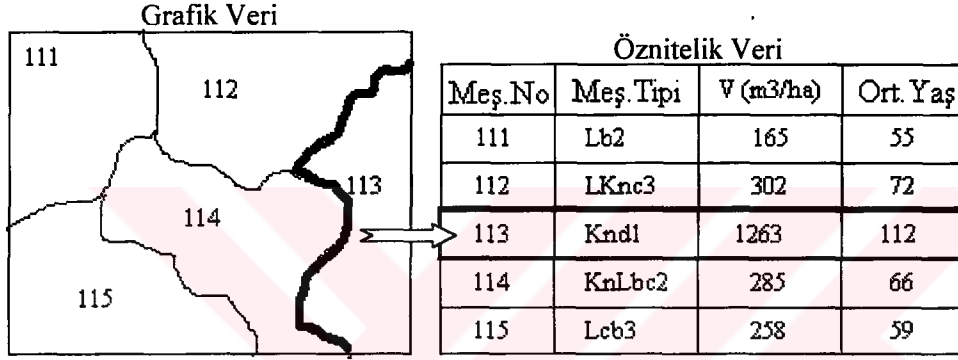
Diğer taraftan Coğrafi Bilgilerin Analizi fonksiyonu, oluşturulan coğrafi veri tabanını, amaca ve uygulama alanına göre kullanılmasını ve böylece kullanıcıların coğrafi bilgi sistemlerinden beklentilerinin karşılanmasını hedeflenmektedir (Lee, Zhang, 1989). Analiz sonrası elde edilen sonuçlar, Coğrafi Bilgileri Sunuşu fonksiyonu ile kullanıcılara ulaştırılmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemlerinin yazılım bileşenlerini oluşturan yazılımlar, ağ haberleşme yazılımı (Örneğin TCP/IP, DECNET, vb.), işletim sistemi yazılımı (Örneğin UNIX, WINDOWS NT, VMS, vb.), CBS yazılımı (Örneğin MGE, ARC/INFO, vb.) ve uygulama yazılımlarıdır. Bu uygulama yazılımları dışındakiler ticari yazılımlar olup hazır olarak temin edilebilmektedir. Bununla birlikte uygulama yazılımları, konuma bağlı analizler kullanılarak, genellikle kullanıcılar tarafından amaca ve uygulama alanına göre değiştirilmekte ve isimlendirilmektedir (Orman Bilgi Sistemi, Ankara Ana Kent Bilgi Sistemi, vb) (Altan, Can, 1991).

Coğrafi bilgi sistemleri kısaca özetlemek gerekirse, genel olarak bilgisayar donanımı, yazılımı, kullanıcılar ve konumsal verilerden oluşmaktadır (Taştan, 1991).

2.2.7.1. Coğrafi Veri

Coğrafi bilgiyi temsil etmek üzere kullanılan iki tür coğrafi veri vardır. Bunlar grafik ve grafik olmayan verilerdir (Şekil 2). Grafik veriler, bir coğrafi varlığın belli bir koordinat sistemine göre konumunu ve biçimini ifade ederler. Coğrafi varlığın biçimini ifade eden grafik veriler; nokta, çizgi ve alan türündeki coğrafi varlıkları temsil eden nokta, çizgi ve alan sembolleri olabilirken, konumu ifade eden grafik veriler ise, coğrafi varlığa ilişkin koordinat değerleridir. Coğrafi varlıklara ait grafik olmayan veriler ise bu varlıkların konuma bağlı olmayan özelliklerini ifade eden öznitelik bilgileridir.



Şekil 2. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri bileşenleri ve ilişkileri

2.2.7.2. Donanım

Coğrafi bilgi sistemlerinin donanım bileşeni, her türlü kişisel bilgisayarlar dahil, yüksek kapasiteli İş İstasyonları, mikro bilgisayarlar ya da ana (mainframe) bilgisayarlar gibi herhangi bir bilgisayar ortamı olabilir.

Genel olarak coğrafi bilgi sistemlerinin donanım bileşenlerini 3 ana grupta toplanmaktadır :

- Veri giriş elemanları
- Veri depolama ve işleme elemanları
- Veri sunuş elemanları

2.2.7.3. Yazılım

Değişik kaynaklardan elde edilen ve manyetik bir ortamda saklanan coğrafi veriler, gerekli dönüşümlerle okunabilir özellik kazanmaktadırlar. Bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı, grafik ve grafik olmayan verileri, oluşturacağı veri tabanında tutmalıdır. Düzeltme ve güncelleştirme gibi işlemler ile ölçek değiştirme, alan ve çevre hesabı, eğitim tarama, kesit hesabı, sınıflandırma, istatistiksel işlemler ve simülasyon gibi analiz işlemleri de bu yazılım ile gerçekleştirilebilmelidir. Grafik ve grafik olmayan verilerin birbirleri ile bütünleşik olarak sorgulanmaları yine yazılım ile sağlanmalıdır. Her türlü sorgulamaya imkan veren coğrafi bilgi sistemi yazılımı, terminal, çizici, yazıcı ve manyetik ortam gibi birimler aracılığı ile harita, tablo ve şekiller de üretebilmektedir.

Genelde coğrafi bilgi sistemi yazılımları, coğrafi bilgileri bir bağlayıcı aracılığı ile niteliksel verilere bağlayan modelden oluşmaktadır. Grafikselsel veriler, bir uzaysal bilgi iletişim sistemi olarak nitelendirilebilen yerde depo edilirken, grafik olmayan veriler ise, geleneksel veri tabanı işletim sistemi tarafından saklanıp işletilmektedir. Coğrafi bilgi sisteminin asıl rolü, bu iki tip veriyi etkili bir şekilde birbirine bağlamasından kaynaklanmaktadır. Değişik veri modelleri ve yapıları ile bu veriler düzenli bir şekilde organize edilerek coğrafi bilgilere ulaşım kolaylaşmaktadır.

2.2.7.4. İnsan

Bir coğrafi bilgi sisteminin insan bileşenini oluşturan personel 9 grupta toplanabilir.

Bunlar:

- Sistem yöneticisi,
- Sistem analizcisi,
- Veri tabanı yöneticisi,
- Veri işleme uzmanı,
- Harita mühendisi/teknisyeni,
- Veri giriş operatörü
- Bilgisayar mühendisi/teknisyeni,
- Uygulama programcısı ve
- Son kullanıcılarıdır.

2.2.7.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları

CBS tanımında yer alan temel fonksiyonlarından coğrafi bilgi toplama, depolama ve işleme fonksiyonları, coğrafi veri tabanının oluşturulmasına yöneliktir. Bu fonksiyonlar

kullanılarak, konum ve öznitelik bilgileri bilgisayar ortamına aktarılır; gerekli düzeltmelerin yanı sıra koordinat ve projeksiyon dönüşümleri yapılır; bu bilgiler yapılandırılır, aralarındaki mantıksal ve topolojik ilişkiler kurulur ve sonuçta coğrafi veri tabanı kullanıma hazır duruma getirilir (Mısır, 1995).

Diğer taraftan coğrafi bilgilerin analizi fonksiyonu, oluşturulan coğrafi veri tabanının, amaca ve uygulama alanına göre kullanılmasını ve böylece kullanıcıların CBS'den beklentilerinin karşılanmasını hedefler.

CBS'nin fonksiyonları dört ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlar;

1. Veri girişi fonksiyonu (verilerin sayısallaştırılması ve veri tabanının kurulması),
2. Veri işleme fonksiyonu.
3. Veri analiz fonksiyonu,
4. Harita oluşturma ve sunuş fonksiyonu.

2.2.8. Meşcerelerin Geliştirilen ÇAPMOD Modelinde İşleme Sokulması

Araştırma alanı, 146 bölme, 21 değişik meşcere tipi ve 641 adet meşcereden oluşmaktadır. Bu meşcereler yaş, gelişme çağı ve verim gücü birlikte değerlendirilerek kodlanmıştır. Örneğin; Lcb1 meşceresi, çalışma alanında 3. ve 4. bonitetlerde yer almaktadır. Her iki bonitet derecesindeki meşcereler de 4. yaş sınıfı içerisinde bulunmaktadır. Böylece Lcb1 meşceresi 3. bonitet 4. yaş sınıfı için "12", 4. bonitet 4. yaş sınıfı için "13" kodunu almıştır. Çalışma alanında yer alan bütün meşcereler elde edilen verilere göre işleme sokulmuş ve böylece 72 değişik meşcere elde edilmiştir (Tablo 4).

Böylece, hasılat matrislerinin oluşturulmasında meşcere tipleri için ortalama bir yaş ve ortalama bonitet yerine, her meşcere ayrı ayrı ele alınmıştır.

Tablo 4. Araştırma alanı meşcere tiplerinin kodlanması

Meşcere Tipi	Bonitet	Yaş	Mkod	Meşcere Tipi	Bonitet	Yaş	Mkod	Meşcere Tipi	Bonitet	Yaş	Mkod		
La	3	1	1	Lc3	2	4	25	LKnKzGnbc2	3	3	49		
	4	1	2		3	3	26		3	4	50		
Lbc2	3	3	3		3	4	27		3	5	51		
	3	4	4		3	5	28		4	4	52		
	4	4	5		4	4	29	KnLbc3	2	3	53		
	5	4	6		4	5	30		2	4	54		
Lbc3	2	3	7		LKnc2	2	2	31	KnLbc3	3	3	55	
	3	4	8			2	3	32		3	4	56	
	4	3	9			2	4	33		KnLc3	2	3	57
	4	4	10			3	3	34	2		4	58	
	5	4	11	3		4	35	3	3		59		
Lcb1	3	4	12	4		4	36	3	4		60		
	4	4	13	4		5	37	KnGnLbc2	1	4	61		
Lcb3	3	4	14	5		2	38		3	3	62		
	4	4	15	5		4	39		3	4	63		
Lc2	1	4	16	LKnc3		2	4		40	KnGnLbc2	3	5	64
	2	3	17			2	5	41	Kzc1		3	6	65
	2	4	18			3	3	42	CBL				66
	3	4	19			3	4	43	CBLKn			67	
	4	3	20			4	4	44	CBKn			68	
	4	4	21			4	5	45	CBKnL			69	
	4	5	22			5	5	46	CBKBt			70	
	5	5	23		LKnKzGnbc2	1	4	47	CBCs			71	
Lc3	2	3	24	2		4	48	OT			72		

Meşcere tiplerinin bazı özelliklerinin (ağaç sayısı, servet, artım, ...) hektardaki değerleri ise, envanter çalışmasından elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Meşcere tipleri tanıtım tablosu

Meşcere Tipleri	Çap Sınıfları Ağaç Sayıları (adet/ha)				Servet (m ³ /ha)	Artım (m ³ /ha)
	I	II	III	IV		
La					3,000	0.05
Lbc2	313	138	7		121.929	3.308
Lbc3	395	258	14	1	202.591	5.193
Lcb1	76	92	7		65.445	1.618
Lcb3	292	310	30	1	242.346	5.914
Lc2	95	142	56	24	266.184	4.030
Lc3	223	304	81	4	335.756	6.895
LKnc2	165	111	30	10	155.857	2.933
LKnc3	248	262	73	7	286.163	5.967
LKnKzGnbc2	160	83	29	7	112.087	2.335
KnLbc3	463	183	50	10	222.599	4.872
KnLc3	246	243	75	20	327.530	6.118
KnGnLbc2	219	81	38	5	122.215	2.550
Kzc1	86	109	22	2	78.402	1.672
ÇBL					8.000	0.150
ÇBLKn					8.000	0.180
ÇBKKn					8.000	0.150
ÇBKKnL					8.000	0.150
ÇBKbt					0.350	0.050
ÇBÇs					8.000	0.150
OT					0.000	0.000

2.2.9. Meşcerelerin Göreceği Fonksiyonların Belirlenmesi

Araştırma alanında yer alan meşcerelerin göreceği fonksiyonlar aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

- Orman ürünleri üretimi fonksiyonu,
- Su üretimi fonksiyonu,
- Toprak erozyonunu önleme fonksiyonu,
- Tarihi ve kültürel varlıkları koruma fonksiyonu,
- Doğa koruma ve
- Sosyal baskılı alanlar,

Orman ürünleri üretimi, su üretimi ve toprak erozyonunu önleme fonksiyonlarını görece meşcerelerin belirlenmesi işlemi, oluşturulan çok amaçlı modellerin çözümü sonucunda gerçekleştirilmiştir. Çözüm sonucunda kimi meşcerelerin tek fonksiyon, kimi meşcerelerin de birden fazla fonksiyon göreceği saptanmıştır.

Tarihi ve kültürel varlıkları koruma fonksiyonunu görecek meşcereler, çalışma alanı içerisinde yer alan ve tarihi ve turistik öneme sahip Vazelon Manastırı ve antik kale kalıntılarının yer aldığı meşcerelerdir.

Doğa koruma alanları, Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla belirlenmiştir. Daha önceden bilgisayar ortamına girilen toprak tipleri haritası, sayısal arazi modeli yardımıyla elde edilen eğim haritası, kayalık alanların yer aldığı harita ve meşcere tipleri haritası karşılaştırılarak %100 üzerinde eğime sahip, gevşek yapılı toprakların bulunduğu ve kayalık alanlardaki meşcereler bu fonksiyonu görmek üzere ayrılmışlardır.

Sosyal baskılı alanlar ise, yapılan envanter çalışması sırasındaki gözlemler, halktan ve Orman İşletmesi ilgililerinden alınan bilgilere dayanarak belirlenmiştir.

Statik fonksiyon olarak tanımlanan bu üç fonksiyonu görecek meşcereler ayrıldıktan sonra, odun ürünleri üretimi, su üretimi ve toprak erozyonunu önleme fonksiyonlarından birini veya bir kaçını aynı anda yerine getirecek alanlar ise oluşturulan amaç programlama modelinin çözümü sonucunda belirlenmiştir.

2.2.10. Artım ve Aralama Matrislerinin Oluşturulması

Meşcerelerin cari hacim artım miktarları ve ara hasılat yüzdeleri, kayın ve kızılğaç meşcereleri için, meşcerenin yaşına ve bonitet derecesine göre hasılat tablolarından elde edilen değerler meşcerelerin hesaplanan sıklık dereceleri ($G_{gerçek}/G_{tablo}$) ile çarpılarak elde edilmiştir. Ladin meşcerelerinde ise, oluşturulan değişik sıklıktaki ladin hasılat tablosundan, yaş, bonitet ve sıklık derecesine göre doğrudan bulunmuştur.

Bölüm 2.2.8'de açıklandığı şekilde elde edilen 72 değişik meşcere için artım ve aralama matrisi Ek Tablo 2'de verilmiştir.

2.2.11. Hasılat Matrisleri

Hasılat matrislerinin oluşturulmasında, son hasılat etaları, meşcerelerin periyot ortası servetleri esas alınarak hesaplanmıştır. Hasılat matrisleri 72 değişik meşcere tipinin her biri için ayrı ayrı elde edilmiştir. Tablo 6'da Lbc2 (Mkod=5) için elde edilen hasılat matrisi verilmiştir.

Tablo 6. Lbc2 (5) Meşçere tipinin hasılat matrisi değerleri (m³/ha)

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri						
	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1	132.759	3.265	3.265	3.265	3.265	0.000	6.530
2	1.000	148.094	4.316	4.316	4.316	0.000	8.632
3	7.000	1.000	157.508	5.229	5.229	0.000	10.459
4	22.000	7.000	1.000	163.009	5.996	0.000	11.993
5	29.000	22.000	7.000	1.000	165.722	0.000	12.936

Tabloda yer alan karar değişkenlerinin ilk beşi (X₁-X₅) odun üretimi fonksiyonunu, X₆ toprak erozyonunu önleme fonksiyonunu, X₇ ise su üretimi fonksiyonunu tanımlamaktadır.

Lbc2 meşçere tipinin X₁ değişkeni ile gösterilen birinci plan dönemi son hasılat etası, mevcut servetine (V₀), 10 yıllık artım miktarının (Z₁) eklenmesiyle elde edilmiştir.

$$V_1 = V_0 + n \cdot Z_1 \quad (17)$$

Formüle: V₀=121.929 m³/ha, n=10 yıl ve Z₁=1.083 olarak alındığında; V₁=121.929+10x1.083 = 132.759 m³/ha olarak bulunmaktadır.

Bu işlemdeki Z₁ değeri, daha önce oluşturulan artım ve aralama matrisinden alınmıştır.

Gençleştirildikten sonraki hacim gelişimi ve ara hasılat miktarları ise, ladin hasılat tablosundan alınmıştır. Meşçerenin gençleştirilmemesi durumunda ise, ara hasılat etası, oluşturulan aralama matrisinde 1. plan dönemi için verilen aralama yüzdesi (q) yardımıyla hesaplanmıştır. Odun üretimi fonksiyonu için gevşek kapalı meşçerelerden ara hasılat etası alınmamış, sadece orta ve tam kapalı meşçerelerden ara hasılat etası alınmıştır. Bu durumda Lbc2 meşçere tipinin X₂ karar değişkenine ait etaları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

X₂, meşçere tipinin ikinci plan döneminde gençleştirilmesi durumundaki karar değişkeni olup, birinci plan dönemindeki ara hasılat etası;

$$V_{ara} = V_2 \times 0.0q_1 \quad (18)$$

$$V_2 = V_0 + 20 \times Z_1 \quad (19)$$

$V_2=121.929+20 \times 1.083=143.589$ ve $V_{ara}=143.589 \times 0.02274=3.265$ m³/ha şeklinde hesaplanmıştır.

Toprak erozyonunu önleme fonksiyonu için meşcerelerden bakım etası alınmamıştır. Su üretimi fonksiyonu için de aşağıdaki bakım etalarının alınması öngörülmüştür:

- gevşek kapalı meşcerelerden bakım etası alınmaması kararlaştırılmıştır.
- Orta kapalı meşcerelerden, odun üretimi fonksiyonunun iki katı bakım etası alınması öngörülmüştür.
- Tam kapalı meşcereler ile La meşcereleri için odun üretimi fonksiyonunun üç katı bakım etası alınması kabul edilmiştir.

X_6 karar değişkeni Lbc2 meşceresinin toprak erozyonunu önleme fonksiyonu için meşcere orta kapalılıkta olduğu için bakım etası alınmamıştır. X_7 değişkeni ise su üretimi fonksiyonu ile ilgili karar değişkeni olup, birinci plan döneminde 6.530 m³/ha bakım etası alınmıştır. Bu değer, meşcere orta kapalı bir meşcere olduğu için odun üretimi fonksiyonu için alınan 3.265 m³/ha bakım etasının iki katıdır.

2.2.12. 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, 1987). Meşcere göğüs yüzeyi arttıkça, erozyonu önleme etkisi de artmaktadır (Kalıpsız, 1982).

Tablo 7. Lbc2 (5) Meşcere göğüs yüzeyi matrisi değerleri (m²/ha)

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri						
	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	0.000	15.272	15.272	15.272	15.272	15.657	14.887
2	10.280	0.000	16.957	16.957	16.957	17.851	16.448
3	35.390	10.280	0.000	17.959	17.959	19.470	17.343
4	46.280	35.390	10.280	0.000	18.518	20.736	17.810
5	51.800	46.280	35.390	10.280	0.000	21.763	18.019

2.2.13. Toprak Erozyonu Matrisi

Araştırma alanındaki meşcerelerin mevcut toprak erozyonu miktarları belirlenmesi amacıyla Altun (1995) tarafından alınan 132 adet örnekleme alanından yararlanılmıştır. Bu örnekleme alanlarının yerleri sayısallaştırılarak daha önceden oluşturulan araştırma alanı veri tabanına aktarılmıştır.

Toprak erozyonu değerleri her bir örnekleme alanı için ayrı ayrı,

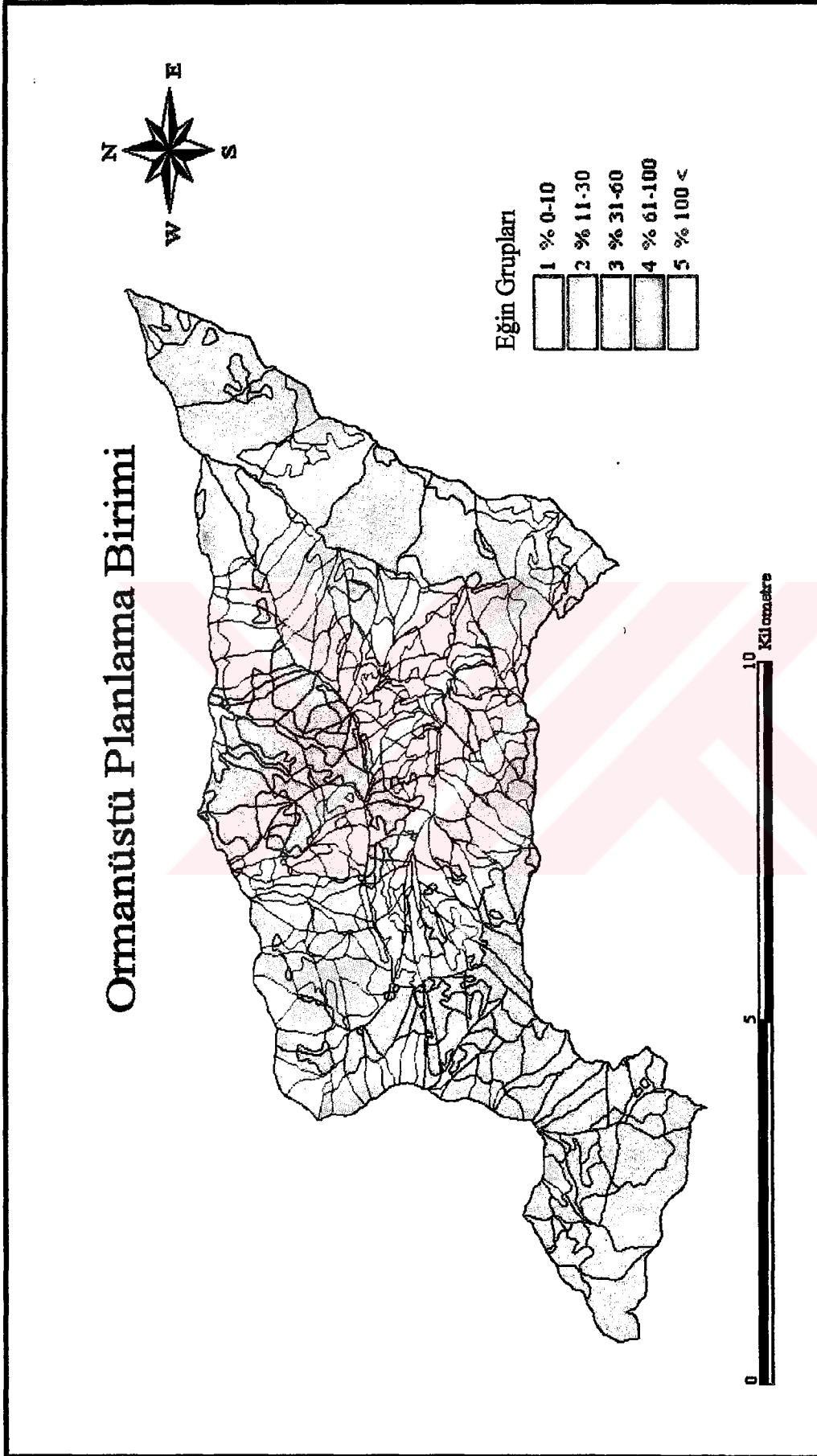
$$A=RxKxLxSxC \quad (20)$$

Universal Toprak Erozyonu Denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Burada A; toprak kabı miktarı (ton), R; Doğu Karadeniz Bölgesi için daha önceden belirlenmiş olan Yıllık Ortalama Erozyon İndeksini (R=74.3) göstermektedir. Eğim (S) ve yamaç uzunluğu (L) faktörü;

$$LS=L^{0.5}(0.0138+0.00965xS+0.00138xS^2) \quad (21)$$

denkleminde elde edilmiştir. Denklemdeki eğim (S) değerleri, daha önceden bilgisayar ortamına aktararak veri tabanında depolanan araştırma alanına ait eşyüksele eğimli haritadan oluşturulan eğim haritasından elde edilmiştir (Şekil 3). Yamaç uzunluğu (L) değerleri ise araştırma alanı 3 boyutlu sayısal arazi modeli üzerinden elde edilmiştir (Şekil 4).

Bitki örtüsü faktörü (C) ise tam (3) kapalı meşcereler için 0.001, orta (2) kapalı meşcereler için 0.003, gevşek (1) kapalı meşcereler ile gençlikler için 0.006 ve açıklık alanlar (OT) için de 0.009 olarak kullanılmıştır. Toprakların erodobilitesi çok büyük ölçüde toprağın iç yapısını oluşturan fiziksel ve kimyasal özelliklerden kaynaklanmaktadır. Buradan hareketle toprakların kendi iç bünyelerine bağlı aşağıdaki özellikleri dikkate almak suretiyle, toprak erodobilite faktörü (K)'yı veren bir monogram geliştirilmiştir. Burada dikkate alınan faktörler, (1) toz+ince kum (%), (2) Kum miktarı (%), (3) organik madde miktarı (%), (4) toprak strüktürü ve (5) Permeabilitedir (Balcı, 1996). Bu sıralanan toprak özellikleri her örnekleme alanı için saptandıktan sonra monogram yardımıyla her birinin toprak erodobilite faktörü belirlenmiştir.



Şekil 3. Araştırma alanı eğim haritası



Şekil 4. Araştırma alanı sayısal arazi modeli

Örnekleme alanlarının su üretimi değerleri ise 19 adet ekolojik toprak serisi için verilen su bilançosu verilerinden yararlanılarak elde edilmiştir (Altun, 1995).

$$S\ddot{U}=SB-FSK \quad (22)$$

Denklemdede; SÜ: Su üretimi miktarını (ton), SB: Ekolojik toprak serilerine göre bu bilançosunu (ton) ve FSK: Faydalanılabilir su kapasitesini göstermektedir.

Toprak erozyonu ve su miktarı değerleri hesaplanan örnekleme alanlarının ayrıca, hektardaki göğüs yüzeyi değerleri de saptanmıştır.

Araştırma alanını oluşturan tüm meşcere tiplerinin toprak erozyonu (A) ve su üretimi miktarlarını belirlemek amacıyla, alınan bu 132 adet örnekleme alanından elde edilen toprak erozyonu miktarı, su üretimi miktarı ve göğüs yüzeyi arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen regresyon analizleri sonucunda toprak erozyonu miktarları için,

$$TE = 2.614432 - 0.043277xGY \quad (23)$$

denklemini elde edilmiştir. Denklemde belirtme katsayısı (R^2) 0.7617 ve standart hatası (SE) ise 0.41164 ton'dur.

Denklemdede; TE: Toprak erozyonu miktarını (ton) ve GY: Göğüs yüzeyini (m^2/ha) göstermektedir.

Elde edilen bu denklemden yararlanarak her meşcere için toprak erozyonu matrisi göğüs yüzeylerine bağlı olarak oluşturulmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Lbc2 (5) Meşcere tipinin erozyonu matrisi değerleri (ton/ha)

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri						
	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1	2.614	1.953	1.953	1.953	1.953	1.937	1.970
2	2.170	2.614	1.881	1.881	1.881	1.842	1.903
3	1.074	2.170	2.614	1.837	1.837	1.772	1.864
4	0.612	1.074	2.170	2.614	1.813	1.717	1.844
5	0.373	0.612	1.074	2.170	2.614	1.673	1.835

2.2.14. Su Üretimi Matrisi

Su üretimi matrisi de toprak erozyonu matrisinde olduğu gibi regresyon analizi sonucu elde edilen regresyon denklemini yardımıyla göğüs yüzeylerine bağlı olarak oluşturulmuştur. Su üretimi miktarları için ise belirtme katsayısı $R^2=0.9817$ ve standart hatası $SE=0.5352$ ton olan aşağıdaki denklem elde edilmiştir.

$$S\ddot{U} = 1.3946 - 0.023302xGY \quad (24)$$

Elde edilen denklemde; SÜ: Su üretimi miktarını (ton) ve GY: Göğüs yüzeyini (m^2/ha) temsil etmektedir. Bu denklemlerden yararlanarak meşcerelerin su üretimi miktarları hesaplanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Lbc2 (5) Meşcere tipinin su üretimi matrisi değerleri (ton/ha)

Plan Dönemi	Karar Değişkenleri						
	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1	1.3946	1.0387	1.0387	1.0387	1.0387	1.0297	1.0477
2	1.1551	1.3946	0.9998	0.9998	0.9998	0.9786	1.0113
3	0.5653	1.1551	1.3946	0.9761	0.9761	0.9409	0.9905
4	0.3162	0.5653	1.1551	1.3946	0.9631	0.9114	0.9796
5	0.1875	0.3162	0.5653	1.1551	1.3946	0.8875	0.9747

2.2.15. Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması

Çalışmada, çok amaçlı bir planlama modeli geliştirmek amacıyla aşağıda sıralanan amaçlar doğrultusunda amaç fonksiyonları oluşturulmuştur.

- 1- Odun üretimini maksimum yapmak,
- 2- Araştırma alanındaki toprak erozyonu miktarını minimum yapmak,
- 3- Trabzon ili içme suyu havzası içerisinde yer alan Araştırma alanından mümkün olan en yüksek miktarda su üretmek,
- 4- Yaş sınıfları alan dağılışını optimale getirmek.

5- Düzenleme süresi sonuna kadar bütün meşcerelerin bir kez son hasılat kesimine alınması koşulunu sağlamak

1. *Odun üretime ilişkin amaç fonksiyonlarının oluşturulması :*

$$G_i = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n V_{ij} \times X_{ij} \right) + n_i - p_i = S_k \quad (25)$$

V_{ij} = i.meşcerenin j. periyottaki ara ve son hasılat matrisi değerleri

k= periyot sayısı (k=1....5)

m=meşcere tipi sayısı (Kızılalağaç için 9, Kayın için 57 ve Ladin için 377)

n=her meşcere tipi için tanımlanan değişken sayısı (j=1....,7)

(Odun Üretimi+Su Üretimi+Toprak Koruma=5+1+1=7)

S= her periyotta alınacak toplam eta miktarı

n_i = negatif sapma miktarı

p_i =pozitif sapma miktarı

$$G_1 \longrightarrow 132.759 X_{1,1}+3.265 X_{1,2}+\dots+6.530 X_{1,7}+\dots + n_1-p_1= S_1$$

$$G_2 \longrightarrow 1.000 X_{2,1}+148.094 X_{2,2}+\dots+8.632 X_{1,7}+\dots + n_2-p_2= S_2$$

$$G_3 \longrightarrow 7.000 X_{1,1}+1.000 X_{1,2}+\dots+10.459 X_{1,7}+\dots + n_1-p_1= S_3$$

$$G_4 \longrightarrow 22.000 X_{2,1}+7.000 X_{2,2}+\dots+11.993 X_{1,7}+\dots + n_2-p_2= S_4$$

$$G_5 \longrightarrow 29.000 X_{5,1}+22.000 X_{5,2}+\dots+12.936 X_{5,7}+\dots + n_5-p_5= S_5$$

Bu şekilde, her periyot için bir adet olmak üzere toplam 5 adet amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Denklemlerdeki katsayılar ilgili hasılat matrisinden alınmıştır.

Ayrıca oluşturulan modellerde birbirini takip eden iki plan dönemi arasındaki toplam eta fark oranının da % 20'yi geçmemesi öngörülmüştür.

$$(-(1-y)S_i + S_{i+1}) \geq 0 \quad (26)$$

$$(-(1+y)S_i + S_{i+1}) \leq 0 \quad (27)$$

Denklemlerde; S_i : i. plan dönemi toplam etasını (m^3), $i=1,2, \dots,5$ ve Y: plan dönemleri arasındaki eta fark oranını (± 0.2) göstermektedir.

2. *Toprak erozyonuna ilişkin amaç fonksiyonlarının oluşturulması :*

$$G_2 = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n TK_{ij} \times X_{ij} \right) + n_i - p_i = TE_k \quad (28)$$

TK=i. meşçerenin j.periyottaki toprak kaybı miktarı

TE=her periyot için toplam toprak kaybı miktarı

$$G_6 \longrightarrow 2.614 X_{1,1} + 1.953 X_{1,2} + \dots + 1.970 X_{1,7} + \dots + n_6 - p_6 = TE_1$$

$$G_7 \longrightarrow 2.170 X_{2,1} + 1.953 X_{2,2} + \dots + 1.903 X_{1,7} + \dots + n_7 - p_7 = TE_2$$

$$G_8 \longrightarrow 1.074 X_{1,1} + 2.170 X_{1,2} + \dots + 1.864 X_{1,7} + \dots + n_6 - p_6 = TE_3$$

$$G_9 \longrightarrow 0.612 X_{2,1} + 1.074 X_{2,2} + \dots + 1.844 X_{1,7} + \dots + n_7 - p_7 = TE_4$$

$$G_{10} \longrightarrow 0.370 X_{5,1} + 0.612 X_{5,2} + \dots + 1.835 X_{5,7} + \dots + n_{10} - p_{10} = TE_5$$

Toprak erozyonunu önleme amacıyla da yine her plan dönemi için bir adet olmak üzere toplam 5 adet amaç fonksiyonu oluşturulmuştur.

3. *Su üretimine ilişkin amaç fonksiyonlarının oluşturulması :*

$$G_3 = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n SU_{ij} \times X_{ij} \right) + n_i - p_i = TSU_k \quad (29)$$

SU= her meşçere tipinin üreteceği su miktarı

TSU= her periyotta üretilecek toplam su miktarı

$$G_{11} \longrightarrow 1.3946 X_{1,1} + 1.0387 X_{1,2} + \dots + 1.0477 X_{1,7} + \dots + n_{11} - p_{11} = TSU_1$$

$$G_{12} \longrightarrow 1.1551 X_{2,1} + 1.3946 X_{2,2} + \dots + 1.0113 X_{1,7} + \dots + n_{12} - p_{12} = TSU_2$$

$$G_{13} \longrightarrow 0.5653 X_{1,1} + 1.1551 X_{1,2} + \dots + 0.9905 X_{1,7} + \dots + n_{11} - p_{11} = TSU_3$$

$$G_{14} \longrightarrow 0.3162 X_{1,1} + 0.5653 X_{1,2} + \dots + 0.9796 X_{1,7} + \dots + n_{11} - p_{11} = TSU_4$$

$$G_{15} \longrightarrow 0.1876 X_{5,1} + 0.3162 X_{5,2} + \dots + 0.9747 X_{5,7} + \dots + n_{15} - p_{15} = TSU_5$$

4. Yaş sınıfları alan dağılışına ilişkin amaç fonksiyonlarının oluşturulması :

$$G_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + n_j - p_j = A_j \quad (30)$$

X_{ij} =i. Meşcerenin j. periyotta kesilen alan miktarı (ha)

A_j =Yaş sınıfları alan dağılışı (Opa: optimal periyodik alan)

$$G_{16} \longrightarrow X_{1,1} + X_{1,2} + \dots + X_{1,7} + \dots + n_{16} - p_{16} = A_1$$

$$G_{17} \longrightarrow X_{2,1} + X_{2,2} + \dots + X_{2,7} + \dots + n_{17} - p_{17} = A_2$$

$$G_{18} \longrightarrow X_{3,1} + X_{3,2} + \dots + X_{3,7} + \dots + n_{18} - p_{18} = A_3$$

$$G_{19} \longrightarrow X_{4,1} + X_{4,2} + \dots + X_{4,7} + \dots + n_{19} - p_{19} = A_4$$

$$G_{20} \longrightarrow X_{5,1} + X_{5,2} + \dots + X_{5,7} + \dots + n_{20} - p_{20} = A_5$$

Yaş sınıfları alan düzenini sağlamak amacıyla yaş sınıfları sayısı (5) kadar amaç fonksiyonu oluşturulmuştur.

5. Meşcerelerin bir kez son hasılat kesimine konu olması: Bu amaçla toplam meşcere sayısı kadar amaç fonksiyonu oluşturulmuştur.

$$G_5 = \sum_{i=1}^m X_{i,j} + n_i - p_i = a_i \quad (31)$$

denklemden, a_i =i.meşcerenin toplam alanı göstermektedir.

Modellerin kurulması sırasında, her plan döneminde eşit ete, plan dönemleri itibarıyla giderek artan ete ve plan dönemleri arasında " \pm " belli bir yüzde farkı kabul eden ete seyir politikalarından; giderek artan ete seçeneğinin kullanılması öngörülmüştür. Bugün ülkemizde uygulanmakta olan planlama tekniklerinden Münferit Planlamada da, plan dönemi etaları arasında belli bir yüzde farkı kabul eden seçenek benimsenmesine karşın, genelde artan ete şeklinde uygulanmaktadır. Ayrıca, araştırma alanındaki meşcerelerin çoğunluğunun bozuk meşcere yapısında olması ve bu meşcerelere, plan dönemleri ilerledikçe uygulanan müdahaleler sonucunda optimal bir yapıya ulaşacak ve giderek artan oranda ara ve son hasılat etası alınacağı kabul edilmektedir. Bununla birlikte piyasadaki giderek artan orman ürünü ihtiyacı da artan etanın seçilmesinde rol oynamaktadır.

Modellerde alınması öngörülen eta değerlerinin belirlenmesinde ise, hesaplanan optimal kuruluştan ve değişik model çözümlerinden yararlanılmıştır. Değişik eta formülleri (Hundeshagen'in faydalanma yüzdesine göre eta, artıma dayalı eta ve genel eta) ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen etalar değişik modellerde denenerek bunlar arasından en uygun olanı başlangıç etası olarak seçilmiştir. Plan dönemleri arasındaki eta artış oranının da en fazla % 20 olması öngörülmüştür.

$$F = \frac{OE}{OV} = \frac{AE}{AV} = \%P \quad (32)$$

$$E = Z + \frac{AV - OV}{a} \quad (33)$$

Formüllerde;

OE : optimal eta

OV : optimal servet

AE : aktüel (varolan) eta

AV : aktüel (varolan) servet

Z : tüm alandaki toplam hacim artımını göstermektedir.

Hedeflenen toprak erozyonu ve su üretimi miktarları da, plan dönemi etalarının belirlenmesi amacıyla çözülen modellerden elde edilmiştir.

Erişim fonksiyonunun oluşturulmasında, odun üretimi ve su üretimi amaçları için, plan dönemi etalarının ve su üretimi miktarlarının hedeflenen değerlere eşit ya da daha fazla olması istenmektedir. Bu nedenle bu amaç fonksiyonlarındaki negatif sapma değişkenleri erişim fonksiyonunda yer alacaktır. Toprak erozyonunu önleme amacı için ise, plan dönemleri sonunda oluşacak toprak erozyonu miktarının hedeflenen değerlerden daha küçük olması istendiğinde, amaç fonksiyonlarındaki pozitif sapma değişkenleri erişim fonksiyonuna girecektir. Yaş sınıfları alan dağılışı ve meşcerelerin bir kez son hasılat kesimine konu olası amaçlarında, hedeflenen değerlerin tam olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu nedenle, amaç fonksiyonundaki hem negatif hem de pozitif sapma erişim fonksiyonunda yer alacaktır. Modellerin çözümü sonucunda bu sapmaların her ikisinin de "0" olması beklenir. Bu da hedeflenen amacın tam olarak gerçekleşmesi durumudur.

Bu durumda erişim fonksiyonu genel olarak aşağıdaki şekilde oluşacaktır:

$$\bar{a} = \{g_1(n_1), g_2(p_2), g_3(n_3), g_4(n_4, p_4), g_5(n_5, p_5)\} \quad (34)$$

2.2.16. Bilgisayar Yazılım Modelinin Oluşturulması

Araştırma alanının çok amaçlı planlanması için çok amaçlı planlama modellerinin oluşturulması ve çözülmesi amacıyla Delphi programlama dili kullanılarak "ÇAPMOD" adı verilen bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

Günümüzde en yaygın işletim sistemlerinden olan Windows (95, 98 ve 2000) altında çalışan çalışabilen uygulama yazılımlarının geliştirilmesinde en yaygın kullanılan, görsel uygulama geliştirme olanakları sağlaması ve nesne tabanlı bir programlama dili olması nedeniyle Delphi programlama dili seçilmiştir.

Geliştirilen bilgisayar yazılımı üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar :

- 1- Veri Girişi;
 - Hasılat tabloları.
 - Meşcere tipleri tanıtım bilgileri
 - Araştırma alanı meşcere bilgileri
- 2- Veri İşleme
 - Artım ve aralama matrislerinin oluşturulması
 - Amaç fonksiyonu matrislerinin oluşturulması
 - Çok amaçlı planlama modellerinin oluşturulması ve çözümü
- 3- Sonuçların Sunulması
 - Meşcerelerin işletme amaçlarına ve plan dönemlerine göre alan dağılımları
 - Plan dönemleri toplam sonuçları

1-Veri Girişi : Araştırma alanı, işlemlerde kolaylık sağlamak ve matris boyutunu küçültmek amacıyla Ladin, Kayın ve Kızılağaç olmak üzere üç işletme sınıfı olarak ele alınmıştır. Bu nedenle, bu üç türe ait hasılat tabloları oluşturulan ekrandan programa girilmiştir (Şekil 5).

Hasılat Tablosu																				
Yaş	I. Bonitet				II. Bonitet				III. Bonitet				IV. Bonitet				V. Bonitet			
	V	GY	Z	%q	V	GY	Z	%q	V	GY	Z	%q	V	GY	Z	%q	V	GY	Z	%q
1	38.0	11.4	17.0	0.4	17.0	10.5	8.8	0.4	6.0	10.3	5.0	0.2	2.0	9.7	2.8	0.1	0.0	9.2	1.5	0.0
2	335.0	27.4	13.5	2.3	227.0	26.0	11.1	2.2	154.0	24.6	8.7	1.9	104.0	23.3	6.6	2.8	71.0	22.1	4.9	1.4
3	495.0	37.0	8.1	6.1	380.0	35.1	7.7	5.5	292.0	33.3	7.0	4.9	224.0	31.5	6.0	4.3	172.0	29.9	5.1	2.3
4	584.0	43.0	5.9	10.7	473.0	40.7	5.6	9.4	384.0	38.6	5.2	7.9	311.0	36.6	4.6	6.3	252.0	34.7	4.0	3.8
5	641.0	46.6	4.9	15.2	535.0	44.2	4.6	13.3	447.0	41.9	4.1	11.1	373.0	39.7	3.7	8.8	312.0	37.6	3.3	5.7
6	679.0	48.6	4.0	19.2	578.0	46.1	3.8	16.8	492.0	43.7	3.4	14.3	419.0	41.4	3.0	11.4	357.0	39.3	2.6	7.5
7	708.0	49.6	3.5	22.1	610.0	47.0	3.3	20.0	526.0	44.6	2.9	17.0	454.0	42.2	2.5	13.7	392.0	40.0	2.2	9.5
8	729.0	49.8	2.9	25.2	635.0	47.2	2.9	22.8	553.0	44.7	2.6	19.5	482.0	42.4	2.3	16.0	419.0	40.2	1.9	11.2
9	746.0	49.5	2.6	27.5	654.0	46.9	2.5	25.1	574.0	44.4	2.3	21.8	504.0	42.1	2.1	18.2	442.0	39.9	1.7	12.8
10	760.0	48.7	2.3	29.4	670.0	46.2	2.1	27.0	592.0	43.8	2.1	23.7	522.0	41.5	1.6	19.9	461.0	39.3	1.5	14.5

Şekil 5. Hasılat tablosu veri girişi menüsü

Hasılat tablosu bilgileri bir kez girilip kaydedildikten sonra programın istenilen aşamasında çağrılarak kontrol yapılabilmektedir.

Yapılan envanter çalışmasından elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen meşcere tiplerine göre ait ağaç sayılarının çap kademelerine dağılımı, hektardaki servet ve artım verileri, oluşturulan menüden girilerek kaydedilebilmektedir (Şekil 6).

Meşcere Tanıtım Tablosu								
Sıra	Meşcere Tipi	Ağaç Sayısının Çap Sınıflarına Dağılımı					Servet	Artım
	Sembolü	I. Çap Sınıfı	II. Çap Sınıfı	III. Çap Sınıfı	IV. Çap Sınıfı	Toplam	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)
1	LS						3	0.1
2	Lbc2	313	138	7		458	121.9	3.31
3	Lbc3	395	258	14	1	668	202.6	5.19
4	Lcb1	76	92	7		175	65.5	1.62
5	Lcb3	292	310	30	1	633	242.3	5.91
6	Lc2	95	142	56	24	317	266.2	4.03
7	Lc3	223	304	81	4	612	335.8	6.9
8	Lknc2	165	111	30	10	316	155.9	2.93
9	Lknc3	248	262	73	7	590	286.2	5.97
10	LknKzGnbc2	160	83	29	7	279	112.1	2.34
11	Knlbc3	463	183	50	10	706	222.6	4.87
12	Knlc3	246	243	75	20	584	327.5	6.12
13	KmGnlbc2	219	81	38	5	343	122.2	2.55
14	Kzc1	86	109	22	2	219	78.4	1.67
15	CBL						8	0.15
16	CBLKn						8	0.18
17	CBKn						8	0.15
18	CBKnl						8	0.15
19	CBKBr						0.4	0.05
20	CBÇs						8	0.15
21	OT						0	

Şekil 6. Meşcere tipleri tanıtım verilerinin girişi menüsü

Meşcerelerin bölüm 2.2.8'de açıklandığı şekilde kodlanması yapıldıktan sonra meşcere tipi, bonitet derecesi ve yaş sınıfı değerleri programa girilmektedir. "Hesapla" tuşu

ile meşcerelerin varolan göğüs yüzeyi, hasılat tablosundan optimal göğüs yüzeyi ve bu değerler yardımıyla da sıklık değerleri hesaplanmaktadır (Şekil 7).

M-Kodu	Meşcere Tipi	Bonitet	Yaş Sınıfı	Göğüs Yüzeyi	Opt. Göğ. Yüz.	Sıklık
1	Ls	3	1	0.00	0.000	
2	La	4	1	0.00	0.000	
3	Lbc2	3	3	14.38	55.627	0.259
11	Lbc3	5	4	24.32	57.974	0.419
12	Lcb1	3	4	7.90	61.884	0.128
14	Lcb3	3	4	28.37	61.545	0.461
15	Lc2	4	4	24.22	70.749	0.342
23	Lc2	5	5	24.22	70.749	0.342
28	Lc3	3	5	35.38	65.852	0.537

72 Onayla Hesapla Kaydet Çıtır

Şekil 7. Meşcerelerin kodlanması ve sıklık hesabı

Araştırma alanında yer alan tüm meşcereler ve alanları tabloda ilgili sütunlara girilmektedir. Bu veriler, oluşturulan coğrafi veri tabanında yer alan sayısal meşcere haritasından alınmıştır. Ancak bu işlem sırasında, daha önceden belirlenen "statik fonksiyon" olarak tanımlanan fonksiyonları görece meşcereler modele girilmemiştir. Daha sonra "Hesapla" tuşu kullanılarak her meşcerenin kodu, mevcut göğüs yüzeyi ve bu göğüs yüzeyi değerine göre bugünkü toprak erozyonu ve su üretimi miktarları hesaplanmaktadır (Şekil 8).

Meşcere No	Meşcere Kod	Meşcere Tipi	Alan	GY	tk	Su
1	66	ÇBL	23.6	0.00	2.614	1394.613
6	66	ÇBL	3.7	0.00	2.614	1394.613
8	52	LKnKzGnbc2	4.0	13.59	2.026	1077.930
9	52	LKnKzGnbc2	16.3	13.59	2.026	1077.930
12	5	Lbc2	3.7	14.38	1.992	1059.521
17	66	ÇBL	10.8	0.00	2.614	1394.613
19	66	ÇBL	2.7	0.00	2.614	1394.613
21	66	ÇBL	7.1	0.00	2.614	1394.613
52	49	LKnKzGnbc2	4.8	13.59	2.026	1077.930
53	49	LKnKzGnbc2	12.4	13.59	2.026	1077.930
54	35	LKn2	15.9	16.23	1.912	1016.411

41 Onayla Hesapla Kaydet Çıtır

Şekil 8. Meşcere bilgilerinin girilmesi

2-Veri İşleme: Tüm veriler girildikten sonra, ekrandaki menüden meşcerelerin kodlarına göre artım ve aralama matrisleri oluşturulmaktadır (Şekil 9).

	Meşcere Tipi	Artım [1]	Artım [2]	Artım [3]	Artım [4]	Artım [5]
1	Lc3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	La	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Lbc2	2.297	1.476	1.052	0.805	0.650
4	Lbc2	1.476	1.052	0.805	0.650	0.539
5	Lbc2	1.063	0.777	0.596	0.477	0.394
6	Lbc2	0.769	0.567	0.443	0.360	0.298
7	Lbc3	4.932	3.172	2.296	1.810	1.513
8	Lbc3	2.388	1.701	1.303	1.052	0.872
26	Lc3	4.763	3.061	2.180	1.670	1.348
27	Lc3	3.061	2.180	1.670	1.348	1.117

Kaydet Çağır Hesapla Geri İleri

Şekil 9. Artım ve aralama matrislerinin oluşturulması

Çok amaçlı planlama modellerinin oluşturulmasından önceki son aşama ise amaç fonksiyonu matrislerinin oluşturulmasıdır. Bu aşamada, araştırma alanında yer alan tüm meşcereler için hasılat (e_{1-7}), göğüs yüzeyi (g_{1-7}), toprak erozyonu (tk_{1-7}) ve su üretimi (Su_{1-7}) matrisleri oluşturulmaktadır (Şekil 10).

Kod	Meşcere Tipi	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	tk1	tk2	tk3	tk4	tk5	tk6
56	Knlbc3	0.000	30.933	30.933	30.933	30.933	33.135	26.529	2.614	1.276	1.276	1.276	1.276	1.180
		10.300	0.000	36.054	36.054	36.054	41.798	28.971	2.169	2.614	1.054	1.054	1.054	0.806
		24.600	10.300	0.000	38.200	38.200	48.784	26.520	1.950	2.169	2.614	0.961	0.961	0.502
		33.300	24.600	10.300	0.000	38.231	54.653	26.554	1.173	1.550	2.169	2.614	0.960	0.249
		38.600	33.300	24.600	10.300	0.000	59.776	24.754	0.944	1.173	1.550	2.169	2.614	0.027
50	LknkzGrbc2	0.000	14.923	14.923	14.923	14.923	15.116	14.728	2.614	1.969	1.969	1.969	1.969	1.960
		15.610	0.000	17.255	17.255	17.255	17.732	16.973	1.939	2.614	1.868	1.868	1.868	1.847
		44.620	15.610	0.000	18.807	18.807	19.653	18.439	0.683	1.939	2.614	1.801	1.801	1.764
		58.020	44.620	15.610	0.000	19.863	21.158	19.413	0.104	0.683	1.939	2.614	1.755	1.699
		64.930	58.020	44.620	15.610	0.000	22.389	20.072	0.000	0.104	0.683	1.939	2.614	1.646
50	LknkzGrbc2	0.000	14.923	14.923	14.923	14.923	15.116	14.728	2.614	1.969	1.969	1.969	1.969	1.960
		15.610	0.000	17.255	17.255	17.255	17.732	16.973	1.939	2.614	1.868	1.868	1.868	1.847
		44.620	15.610	0.000	18.807	18.807	19.653	18.439	0.683	1.939	2.614	1.801	1.801	1.764
		58.020	44.620	15.610	0.000	19.863	21.158	19.413	0.104	0.683	1.939	2.614	1.755	1.699
		64.930	58.020	44.620	15.610	0.000	22.389	20.072	0.000	0.104	0.683	1.939	2.614	1.646
35	Lknc2	0.000	17.502	17.502	17.502	17.502	17.767	17.237	2.614	1.857	1.857	1.857	1.857	1.846
		15.610	0.000	19.756	19.756	19.756	20.396	19.379	1.939	2.614	1.759	1.759	1.759	1.732
		44.620	15.610	0.000	21.202	21.202	22.332	20.718	0.683	1.939	2.614	1.697	1.697	1.648
		58.020	44.620	15.610	0.000	22.130	23.846	21.543	0.104	0.683	1.939	2.614	1.657	1.582
		64.930	58.020	44.620	15.610	0.000	25.084	22.043	0.000	0.104	0.683	1.939	2.614	1.529
60	Knlc3	0.000	36.514	36.514	36.514	36.514	39.693	30.156	2.614	1.034	1.034	1.034	1.034	0.897
		10.300	0.000	40.451	40.451	40.451	48.569	30.574	2.169	2.614	0.864	0.864	0.864	0.513
		24.600	10.300	0.000	41.064	41.064	55.727	27.988	1.550	2.169	2.614	0.837	0.837	0.203
		33.300	24.600	10.300	0.000	39.441	61.740	24.160	1.173	1.550	2.169	2.614	0.908	0.000
		38.600	33.300	24.600	10.300	0.000	66.989	21.149	0.944	1.173	1.550	2.169	2.614	0.000
49	LknkzGrbc2	0.000	15.816	15.816	15.816	15.816	15.996	15.669	2.614	1.930	1.930	1.930	1.930	1.923
		15.610	0.000	19.473	19.473	19.473	19.870	19.224	1.939	2.614	1.772	1.772	1.772	1.755

Hesapla Geri İleri

Şekil 10. Amaç fonksiyonu matrislerinin oluşturulması

Planlama modellerinin oluşturulmasında, ilk olarak, hangi amaç fonksiyon ya da fonksiyonlarının modelde yer alacağı ile bu amaç fonksiyonlarının öncelikleri ve ağırlıkları girilmektedir. Daha sonra amaç fonksiyonundaki mantıksal işaretler ($=$, $>$, $<$, \geq , \leq) ve işletme sınıfı (ladin, kayın, kızılğaç) belirlenmektedir (Şekil 11).

Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması				Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması			
Amaç Fonksiyonu İsimleri	İşaret	Öncelik	Ağırlık	Amaç Fonksiyonu İsimleri	İşaret	Öncelik	Ağırlık
<input checked="" type="checkbox"/> Toplam Eta Amaç Fonksiyonları	>	3	1	<input checked="" type="checkbox"/> Yaş Sınıfları Alan Kontrolü	=	5	1
<input checked="" type="checkbox"/> Toprak Koruma Amaç Fonksiyonları	<	1	1				
<input checked="" type="checkbox"/> Su Üretimi Amaç Fonksiyonları	>	2	1				
<input type="checkbox"/> Göğüs Yüzeysel Amaç Fonksiyonları			1				
<input checked="" type="checkbox"/> Meşcerelerin Bir Kaz Son Haslat Kesimi Görmesi	=	4	1				

Şekil 11. Amaç fonksiyonlarının öncelik ve ağırlıklarının belirlenmesi

"Matris" tuşu ile birlikte başlangıç simpleks tablosu ekrana gelmektedir. Bu tabloda "b" ile gösterilen sütuna amaç fonksiyonlarının hedef değerleri öncelik sıralamasına göre girilerek simpleks tablo tamamlanmaktadır (Şekil 12).

Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması				Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması			
Amaç Fonksiyonu İsimleri	İşaret	Öncelik	Ağırlık	Amaç Fonksiyonu İsimleri	İşaret	Öncelik	Ağırlık
<input checked="" type="checkbox"/> Toplam Eta Amaç Fonksiyonları	>	3	1	<input checked="" type="checkbox"/> Yaş Sınıfları Alan Kontrolü	=	5	1
<input checked="" type="checkbox"/> Toprak Koruma Amaç Fonksiyonları	<	1	1				
<input checked="" type="checkbox"/> Su Üretimi Amaç Fonksiyonları	>	2	1				
<input type="checkbox"/> Göğüs Yüzeysel Amaç Fonksiyonları			1				
<input checked="" type="checkbox"/> Meşcerelerin Bir Kaz Son Haslat Kesimi Görmesi	=	4	1				

	b	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
G1	2780	100.240	10.460	10.460	10.460	10.460	0.000	0.000	100.240	10.460	10.460	10.460	10.460	0.000	0.000	100.240	10.460	10.460	10.460
G2	3000	10.0	130.660	14.168	14.168	14.168	0.000	0.000	10.0	130.660	14.168	14.168	14.168	0.000	0.000	10.0	130.660	14.168	14.168
G3	3250	33.0	10.0	152.613	17.390	17.390	0.000	0.000	33.0	10.0	152.613	17.390	17.390	0.000	0.000	33.0	10.0	152.613	17.390
G4	3500	41.0	33.0	10.0	152.302	0.000	0.000	0.000	41.0	33.0	10.0	152.302	0.000	0.000	0.000	41.0	33.0	10.0	152.302
G5	4000	44.3	41.0	33.0	10.0	152.302	0.000	0.000	44.3	41.0	33.0	10.0	152.302	0.000	0.000	44.3	41.0	33.0	10.0
G6	200	2.014	2.028	2.028	2.028	2.028	1.999	1.999	2.014	2.028	2.028	2.028	2.028	1.999	1.999	2.014	2.028	2.028	2.028
G7	190	2.355	2.614	1.853	1.853	1.853	1.692	1.760	2.355	2.614	1.853	1.853	1.853	1.692	1.760	2.355	2.614	1.853	1.853
G8	180	1.667	2.355	2.614	1.731	1.731	1.456	1.617	1.667	2.355	2.614	1.731	1.731	1.456	1.617	1.667	2.355	2.614	1.731
G9	170	1.302	1.667	2.355	2.614	1.619	1.344	1.619	1.302	1.667	2.355	2.614	1.619	1.344	1.619	1.302	1.667	2.355	2.614
G10	160	1.056	1.302	1.667	2.355	2.614	1.344	1.619	1.056	1.302	1.667	2.355	2.614	1.344	1.619	1.056	1.302	1.667	2.355
G11	80000	1394.613	1078.667	1078.667	1078.667	1078.667	1341.858	1341.858	1394.613	1078.667	1078.667	1078.667	1078.667	1041.858	1041.858	1394.613	1078.667	1078.667	1078.667
G12	89000	1254.800	1394.613	984.663	984.663	984.663	897.997	934.806	1254.800	1394.613	984.663	984.663	984.663	897.997	934.806	1254.800	1394.613	984.663	984.663
G13	90000	884.295	1254.800	1394.613	918.751	918.751	770.887	857.854	884.295	1254.800	1394.613	918.751	918.751	770.887	857.854	884.295	1254.800	1394.613	918.751
G14	95000	688.557	884.295	1254.800	1394.613	858.645	710.781	858.645	688.557	884.295	1254.800	1394.613	858.645	710.781	858.645	688.557	884.295	1254.800	1394.613
G15	100000	555.735	688.557	884.295	1254.800	1394.613	710.781	858.645	555.735	688.557	884.295	1254.800	1394.613	710.781	858.645	555.735	688.557	884.295	1254.800
G16	11.5	1	1	1	1	1	1	1											
G17	9.5								1	1	1	1	1	1	1				
G18	12.4															1	1	1	1
G19	13.4																		
G20	19.0																		
G21	1.8																		
G22	16.8																		
G23	7.4																		
G24	2.8																		
G25	19	1							1							1			
G26	19		1							1							1		
G27	19			1							1							1	
G28	19				1							1							1
G29	19					1							1						

Şekil 12. Başlangıç simpleks tablosunun oluşturulması

Başlangıç simpleks tablosu oluşturulduktan sonra "Hesapla" tuşuna basılarak modelin çözümüne başlanmaktadır.

3-Sonuçların Sunulması : Değiştirilmiş simpleks yöntemi ile modellerin çözümü sonucunda oluşan sonuç tablosunda "b" ile gösterilen sütunda, ilk sütundaki alan (X), negatif (N) ve pozitif (P) sapma değişkenlerine karşılık gelen değerler okunmaktadır (Şekil 13).

Amac Fonksiyonlarının Oluşturulması		Aparak		Ağırlık		İyileştir		Ağırlık	
<input checked="" type="checkbox"/>	Toplam Eta Amaç Fonksiyonları	>	2			<input checked="" type="checkbox"/>	En Fazla Alan Kontrolü	=	4
<input checked="" type="checkbox"/>	Toprak Koruma Amaç Fonksiyonları	<	1						
<input checked="" type="checkbox"/>	Bu Üretim Amaç Fonksiyonları								
<input checked="" type="checkbox"/>	Çalışma Yüzeyi Amaç Fonksiyonları								
<input checked="" type="checkbox"/>	Mezotermeleri Bir Kere Son Hazırlık Kesimi Görmeye	=	5						

	P0	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	b
N21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	-0.1	0.0	1.4
N26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9
X11	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	5.2
N4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.8	0.0	318.8
N5	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	141.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.0	1058.1
N6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7
N7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
N8	-1.0	0.0	0.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	12.1
N9	0.0	-1.0	0.0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	11.3
N19	0.0	0.0	-1.0	1.3	1.3	1.3	2.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	15.3
X10	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	4.3
X20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
X4	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5
N22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-0.1	0.0	1.8
X17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9
X30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	7.7
X32	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.9	0.0	2.3
X44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	8.1
X57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
X43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	8.7
X34	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.3	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	9.1
N20	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.7
X37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
N24	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	5.1
Ö1	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ö2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.2	0.0	1376.9
Ö3	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ö4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.3	-2.0	9.1

Şekil 13. Sonuç tablosu

Tabloda önceliklerde yer alan amaçlardan oluşacak sapma değerleri \bar{O}_{1-4} satırlarına karşılık gelen "b" sütunundaki değerlerden okunmaktadır. Örneğin; \bar{O}_1 önceliğinin karşısında "b" sütununda yer alan "0" değeri, birinci öncelikte yer alan toprak koruma amacının tam olarak gerçekleştiğini göstermektedir. \bar{O}_2 önceliği için ise, okunan 1376.9 değeri N_4 ve N_5 değişkenlerine karşılık gelen "b" sütunundaki 318.8 ve 1058.1 değerlerinin toplamıdır. Yani, ikinci öncelikte yer alan odun üretimi amacıyla dördüncü plan dönemi

için 318.8 m³ (N₄) ve beşinci plan dönemi için de 1058.1 m³ (N₅) negatif sapma oluşmuştur. İlk sütunda yer alan X değişkenleri ise son hasılat kesim alanlarını göstermektedir. Örneğin, X₁₁ değişkeni için "b" sütununda okunan 5.2 değeri, iki nolu meşcerenin dördüncü plan döneminde 5.2 hektarının son hasılat kesimine tabi tutulacağını göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlara göre oluşan plan dönemleri amaç fonksiyonu değerleri "İleri" tuşuna basılarak elde edilmektedir (Şekil 14). Elde edilen sonuç değerleri istenildiğinde bir dosya adı verilerek kaydedilebilmektedir.

The screenshot shows a window titled "Sonuçlar" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar, there is a text input field labeled "Dosya Adını Giriniz" containing the text "[Kzmodel1]". To the right of this field is a button labeled "Kaydet". Below the input field is a table with three columns: "Eta", "Toprak", and "Su". The table contains five rows of numerical data. At the bottom right of the table area is a button labeled "Tamam" with a checkmark icon.

Eta	Toprak	Su
2602.67	204.52	108864.84
3198.43	198.74	105764.29
4008.11	188.11	100026.97
4431.99	178.87	95060.79
4443.78	164.87	87526.29

Şekil 14. Plan dönemlerine göre amaç fonksiyonu değerleri

Şekilde; "Eta" sütununda yer alan ilk değer birinci plan dönemi toplam etasını (ara hasılat + son hasılat), "Toprak" sütunundaki değer, birinci plan dönemi toplam toprak erozyonu miktarını, "Su" sütunundaki değer de birinci plan dönemi toplam su üretimi miktarını göstermektedir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çok amaçlı orman amenajman planının düzenlenmesi amacıyla oluşturulan planlama modellerinin geliştirilen bilgisayar yazılımı ile çözümü sonucunda elde edilen bulgular işletme sınıfları esas alınarak verilmiştir. Her işletme sınıfı için elde edilen model çözümleri, alan, toprak erozyonu, su üretimi ve etaya ilişkin olarak verilerek tartışılmıştır.

3.1. Ladin İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma

Ladin işletme sınıfı, toplam alanı 2963,8 hektar olup, araştırma alanının yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Alana dağılmış toplam 377 adet meşcere ve 17 değişik meşcere tipini kapsamaktadır.

Bu bölümde, ladin işletme sınıfı için çözümü gerçekleştirilen 73 model arasından rasgele seçilen 3 değişik modele ilişkin bulgular üzerinde durulacaktır. Model 1'de, plan dönemi etalarının en iyilenmesi amaçlanmıştır. Model 2'de hedeflenen eta miktarları birinci öncelikte yer alırken, ikinci öncelikte hedeflenen toprak erozyonu değerleri girilmiştir. Burada toprak erozyonunun hedeflenen değerlerden daha küçük olması amaçlanmıştır. Model 3'te ise, toprak erozyonu birinci öncelikte, plan dönemi hedeflenen eta değerleri ikinci öncelikte yer almıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Ladin işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması

Model No	İşletme Amaçları		
	Eta	Toprak Koruma	Su Üretimi
1	1	-	-
2	1	2	-
3	2	1	-

3.1.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışma

Tablo 11'de modellerin çözümü sonucunda; ladin işletme sınıfı için elde edilen plan dönemleri gençleştirme alanları ile diğer işletme sınıfları için ayrılan alan miktarları verilmiştir.

Tablo 11. Ladin işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha)

Model No	İşletme Amaçları						Toprak Koruma	Su Üretimi	Genel Toplam
	Odun Üretimi								
	I	II	III	IV	V	Toplam			
1	485.0	453.8	550.8	521.8	470.1	2481.5	474.8	7.5	2963.8
2	724.5	542.3	433.7	440.3	413.1	2553.9	317.5	92.4	2963.8
3	640.0	503.3	530.3	422.6	468.4	2564.6	293.8	105.4	2963.8

Model 1'de sadece hedeflenen plan dönemi etaları modelde yer almıştır. Model 1, gerçekleşen toplam eta miktarı bakımından ladin işletme sınıfı modelleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. İşletme sınıfı alanının 2481.5 hektarı odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Modelde toprak erozyonunu önleme ve su üretimi amaçları yer almamasına karşın, hedeflenen plan dönemi etaları gerçekleştirildikten sonra, 474.8 hektar toprak erozyonunu önleme ve 7.5 hektar da su üretimi amacıyla ayrılmıştır. Model 1'de 74.6 hektar OT alanı ağaçlandırılmış, geri kalan 56.4 hektar orman toprağı (OT) alanı da toprak koruma amacı için ayrılmış ve ayrıca, 469.8 hektar çok bozuk meşcere alanı da gençleştirilmiştir. Model 2'de, 2553.9 hektarlık alan odun üretimi, 317.5 hektar alan toprak koruma, 92.4 hektar alan da su üretimi amacıyla ayrılmıştır. Hedeflenen eta miktarları model 1'e göre, birinci ve ikinci plan dönemlerinde arttırılmış, üçüncü, dördüncü ve beşinci plan dönemleri için düşürülmüştür. Sonuçta toplam hedeflenen eta miktarı, model 1'den daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte; model 2'de odun üretimi amacı için model 1'e göre daha fazla alan ayrılmıştır. Ayrıca modelde ikinci öncelikte yer alan toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılan alan da model 1'den daha küçüktür. Buna karşılık ladin işletme sınıfı alanı içerisinde yer alan OT alanlarının (131.0 ha) tamamı plan dönemleri süresince ağaçlandırılmıştır. Yine 524.7 hektar olan çok bozuk meşcere alanlarının da tamamı model 2'de beş plan dönemi içerisinde gençleştirilmiştir. Çok bozuk meşcerelerin gençleştirilmesi ve OT alanlarının da ağaçlandırılması, toprak erozyonu

miktarının da azalmasında etkili olmaktadır. Bu nedenle model 2'de model 1'e göre daha küçük bir alan toprak koruma amacı için ayrılmıştır.

Toprak koruma amacının birinci öncelikte, odun üretiminin ise ikinci öncelikte olduğu model 3'te, 293.8 hektar alan toprak erozyonunu önleme, 2564.6 hektarlık alan odun üretimi ve 105.4 hektar alan da su üretimi amacıyla ayrılmıştır. Modelde plan dönemi etaları diğer iki modele göre biraz daha yükseltilmiş ve ikinci öncelikte yer almıştır. Birinci öncelikte yer alan hedeflenen toprak erozyonu değerleri de model 2'den daha yüksektir. Buna karşın model 3'te, model 2'ye çok yakın toprak erozyonu değerleri ile ladin işletme sınıfı modelleri arasında en yüksek toplam eta değerleri elde edilmiştir. Model 3'te, model 2'de olduğu gibi OT ve çok bozuk meşcere alanlarının tamamı plan dönemleri süresince ağaçlandırılmıştır. Ayrıca su üretimi amacı için ayrılan alan model 2'den daha fazladır. Buna karşın, model 3'te odun üretimi amacı için ayrılan alanların büyük bir bölümü (1031.0 hektar) 2 kapalı meşcerelerden oluşmaktadır.

Ladin işletme sınıfı içerisinde yer alan 131 hektar OT ve 524.7 hektar çok bozuk meşcere alanının modellere göre plan dönemlerine dağılımı Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo12. Ladin işletme sınıfı OT ve çok bozuk meşcerelerin plan dönemlerine dağılımı

Plan Dönemleri	OT Alanları (ha)			Çok Bozuk Alanlar (ha)		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
I	16.4	77.7	31.6	48.2	138.4	149.0
II	6.1	21.5	18.2	115.0	115.2	81.1
III	1.5		14.2	89.8	89.2	140.4
IV	9.5	9.4		130.3	110.9	99.2
V	41.1	22.4	65.2	87.0	71.0	55.0
Top.Er.Ön.	56.4		1.8	54.4		
Su üretimi						

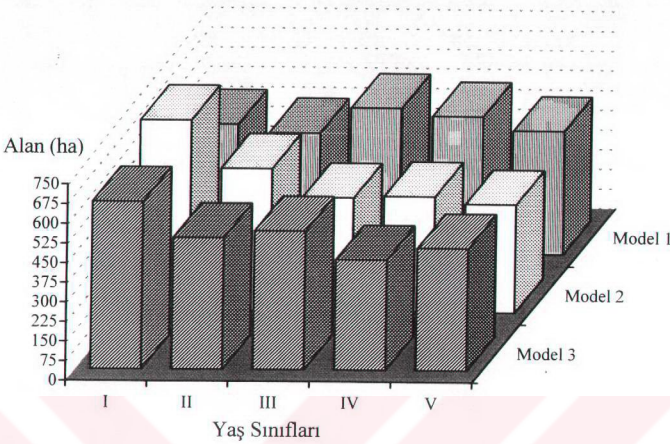
Ladin işletme sınıfı alanının modellere göre meşcere kapalılığı itibarıyla işletme amaçlarına dağılımı Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Ladin işletme sınıfı alanının meşcere kapalılığına göre işletme amaçlarına dağılımı

Model No	Meşcere Durumu	İşletme Amaçları			Toplam Alan
		Odun Üretimi	Toprak Koruma	Su Üretimi	
Model 1	OT (Orman Toprağı)	74.6	56.4		131.0
	ÇB (Çok Bozuk)	470.3	54.4		524.7
	La	59.6	14.0		73.6
	1 Kapalı	18.4	5.0		23.4
	2 Kapalı	1108.3	34.4	7.5	1150.2
	3 Kapalı	750.3	310.6		1060.9
	Toplam	2481.5	474.8	7.5	2963.8
Model 2	OT (Orman Toprağı)	131.0			131.0
	ÇB (Çok Bozuk)	524.7			524.7
	La	73.6			73.6
	1 Kapalı	23.4			23.4
	2 Kapalı	1027.3	94.4	28.5	1150.2
	3 Kapalı	773.9	223.1	63.9	1060.9
	Toplam	2553.9	317.5	92.4	2963.8
Model 3	OT (Orman Toprağı)	129.2	1.8		131.0
	ÇB (Çok Bozuk)	524.7			524.7
	La	73.6			73.6
	1 Kapalı	23.4			23.4
	2 Kapalı	1031.0	60.2	59.0	1150.2
	3 Kapalı	782.7	231.8	46.4	1060.9
	Toplam	2564.6	293.8	105.4	2963.8

Ladin işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucunda oluşan yaş sınıfı alan dağılımı Şekil 15'te verilmiştir.

Ladin işletme sınıfı meşcerelerinin, model çözümlerine göre alan dağılımları Ek Tablo 3'te verilmiştir.



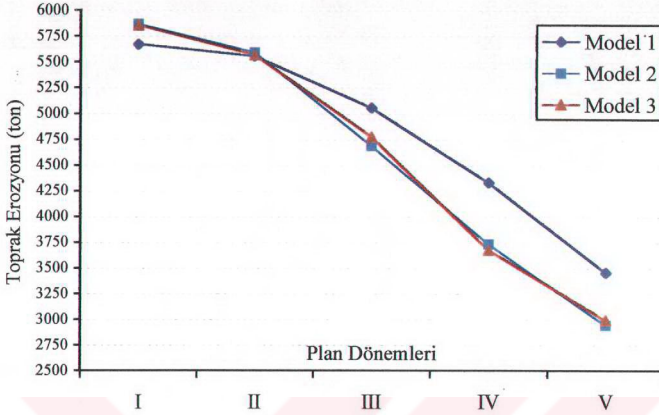
Şekil 15. Ladin işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılımları

3.1.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Model 1'de toprak erozyonu ile ilgili bir hedef değeri verilmemiştir. Model 2 ve model 3'te ise en fazla toprak erozyonu miktarları sınırlandırılmıştır. Hedeflenen bu değerler model 2'de ikinci öncelikte, model 3'te ise birinci öncelikte yer almıştır.

Ladin işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucunda elde edilen plan dönemlerine ilişkin toprak erozyonu miktarları Şekil 16'da gösterilmiştir.

Model 1'de toprak erozyonunu önleme amacı yer almamaktadır. Buna karşın, 474.8 hektarlık alan toprak koruma amacı için ayrılmıştır. Modelde sadece hedeflenen miktarda ete alınması amaçlanmış ve 2481.5 hektar alan odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Bu şekilde alan ayrımı sonucu, birinci plan döneminde 5672 ton, ikinci de 5556 ton, üçüncü de 5058 ton, dördüncüde 4334 ton ve beşincide 3459 ton olmak üzere toplam 24079 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir.



Şekil 16. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton)

Model 2'de hedeflenen miktarda eta alımı birinci öncelikte yer alırken, toprak erozyonunu önleme amacı ikinci öncelikte yer almıştır. Modelin çözümü sonucunda 2553.9 hektar alan odun üretimine, 317.5 hektar alan toprak koruma amacı için ve 92.4 hektar alanda su üretimi amacı için ayrılmıştır. Böylece model 2'de birinci plan döneminde 5866 ton, ikinci plan döneminde 5593 ton, üçüncü plan döneminde 4690 ton, dördüncü plan döneminde 3738 ton ve beşinci plan döneminde ise 2946 ton ve toplam olarak 22470 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir. Model 1'e göre daha az alanı toprak koruma amacı için ayırarak, model 1'den daha düşük toprak erozyonu değerleri elde edilmesi, açık alanlar (OT) ile çok bozuk (ÇB) ve bozuk (1 kapalı) alanların tamamının ağaçlandırılmış veya gençleştirilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece model 2'de hedeflenen toprak erozyonu değerlerinden, birinci plan döneminde 609 ton, ikincide 407 ton, üçüncüde 715 ton, dördüncüde 1132 ton ve beşincide 1339 ton daha az olarak gerçekleşmiştir.

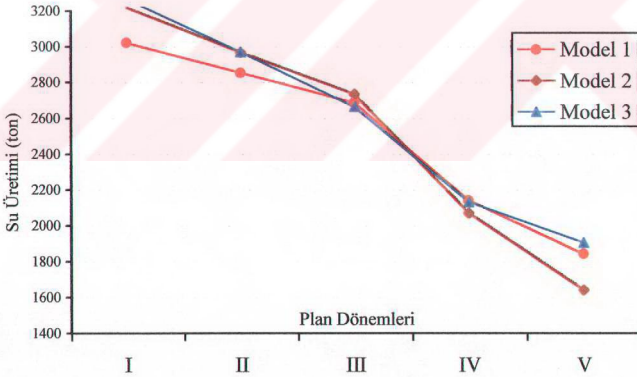
Model 3'te, toprak erozyonunun hedeflenen değerlerden daha küçük olarak gerçekleşmesi amacı birinci öncelikte yer alırken, en az hedeflenen değerler kadar eta alımı da ikinci öncelikte yer almıştır. Bu nedenle model 3, öncelikle 293.8 hektar alanı toprak erozyonunu önleme amacı için ayırmıştır. Böylece model 3'te hedeflenen değerlerden birinci plan döneminde 670 ton daha az olmak üzere 5855 ton, ikinci plan döneminde 407 ton daha az olmak üzere 5568 ton, üçüncü plan döneminde 649 ton daha az olmak üzere 4776 ton, dördüncü plan döneminde 1197 ton daha az olmak üzere 3678 ton ve beşinci

plan döneminde de 1232 ton daha az olmak üzere 2993 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir.

Model 2'ye göre model 3'te plan dönemleri için hedeflenen eta ve toprak erozyonu miktarları artırılmış olmasına karşın daha az bir alan toprak koruma amacı için ayrılmıştır. Ladin işletme sınıfı modelleri arasında en yüksek eta miktarları model 3'ten elde edilmiştir. Eta yükseldikçe göğüs yüzeyi azalacağından toprak erozyonu miktarının da artması beklenmektedir. Ancak model 3'te toprak koruma amacı için ayrılan alanların çoğunluğu (231.8 hektar), toprak erozyonu miktarının en az olduğu 3 kapalı meşcerelerden oluşmaktadır. Bu nedenle model 3'te model 2'ye çok yakın toprak erozyonu değerleri elde edilmiştir.

3.1.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Ladin işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucu elde edilen plan dönemlerine ilişkin yıllık su üretimi miktarları Şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 17. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton)

Su üretimi miktarları model 1'de birinci plan döneminde 3023 ton, ikinci plan döneminde 2855 ton, üçüncü plan döneminde 2687 ton, dördüncü plan döneminde 2142 ton ve beşinci plan döneminde ise 1843 ton olarak gerçekleşmiştir. Model 2'de plan

dönemlerine göre su üretimi miktarları sırasıyla 3220 ton, 2969 ton, 2735 ton, 2071 ton ve 1642 ton olarak bulunmuştur. Model 3'te ise ilk plan döneminde 3266 ton, izleyen plan dönemlerinde ise 2972 ton, 2664 ton, 2182 ton ve 1907 ton su üretimi sağlanmıştır.

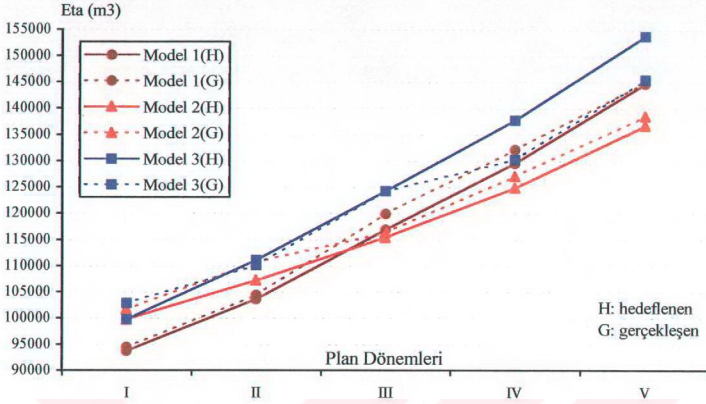
Her üç modelde de amaçlarda yer almamasına karşın, su üretimi amacıyla belirli bir alan ayrılmıştır. Model 1'de 7.5 hektar, model 2'de 92.4 hektar ve model 3'te de 105.4 hektar alan su üretimi amacı için ayrılmıştır. Model 1'de gerçekleşen su üretimi miktarı model 2'den daha fazla iken, model 3'ten daha düşük düzeyde kalmaktadır. Model 2'de su üretimi için model 1'e göre daha fazla alan ayrılmasına karşın, daha düşük miktarda su üretimi gerçekleşmektedir. Bunun en önemli nedeni, odun üretimi amacı yanında toprak koruma amacı da modelde yer aldığından, orman toprağı (OT), çok bozuk (ÇB) ve bozuk (1 kapalı) alanlar model 2'de ağaçlandırılarak toprak erozyonunun azalması sağlanmıştır. Toprak erozyonunun azalması da su üretimine olumsuz yönde etki yapmaktadır.

Model 3'te toprak koruma öncelikli amaç olduğundan OT, ÇB ve bozuk alanlar ağaçlandırılmıştır. Bu da su üretimini olumsuz yönde etkilemesine karşın, ikinci öncelikte yer alan odun üretimi amacı diğer modellere göre daha yüksek miktarda olduğundan bunu karşılamak amacıyla daha fazla alan, odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Bununla birlikte, su üretimi amacı için ayrılan alan da diğer modellere göre fazla olduğu için, model 3'te diğer iki modelden daha yüksek miktarda su üretimi gerçekleşmiştir.

3.1.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Çözümü gerçekleştirilen modellerin tümünde hedeflenen eta değerleri modellerde yer almıştır. Hedeflenen eta değerleri model 1 ve model 2'de birinci öncelikte, model 3'te ise ikinci öncelikte yer almıştır. Modellerde, plan dönemi etalarının en az hedeflenen değerler kadar gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Ancak, plan dönemi etaları eta kontrol kısıtları ile de sınırlandırılmıştır.

Ladin işletme sınıfı için oluşturulan 3 modele ait hedeflenen ve gerçekleşen plan dönemi etaları Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. Ladin işletme sınıfı modelleri hedeflenen ve gerçekleşen eta değerleri (m³)

Model 1'de birinci plan döneminde 94450 m³, ikinci plan döneminde 104401 m³, üçüncü plan döneminde 119979 m³, dördüncü plan döneminde 132175 m³ ve beşinci plan döneminde ise 145006 m³ olarak gerçekleşmiştir. Model 2'de, birinci plan dönemi etası 101681 m³, ikinci plan dönemi etası 110742 m³, üçüncü plan dönemi etası 116384 m³, dördüncü plan dönemi etası 127111 m³ ve beşinci plan dönemi etası da 138550 m³ olarak gerçekleşmiştir. Odun üretimi amacının birinci öncelikte olduğu model 1 ve model 2'de birbirine yakın etalar elde edilmiştir. Hedeflenen plan dönemi etalarında, birinci ve ikinci plan dönemlerinde model 1'de daha yüksek, üçüncü, dördüncü ve beşinci plan dönemlerinde ise model 2'de daha yüksek değerler girilmiştir. Ancak plan dönemleri toplam hedeflenen eta model 1'de model 2'den daha yüksektir. Her iki modelde de hedeflenen eta değerlerine ulaşılmıştır. Model 1'de model 2'ye göre daha küçük bir alan odun üretimine ayrılmasına karşın model 1 toplam etası model 2'den daha yüksektir. Model 2'de toprak erozyonunu önleme amacı da yer aldığından odun üretimine ayrılan alanların 131.0 hektarı OT alanlarından 524.7 hektarı çok bozuk meşcerelerden ve 23.4 hektarı da bozuk meşcerelerden oluşmuştur.

Model 3'te, plan dönemi etaları sırasıyla, 102901 m³, 110132 m³, 124245 m³, 130332 m³ ve 145480 m³ şeklinde gerçekleşmiştir. Modelde birinci öncelikte toprak koruma amacı yer aldığından, bu amaç gerçekleştirildikten sonra ikinci öncelikte yer alan odun üretimi amacı gerçekleştirilmeye çalışılacaktır. Amaç programlamanın bir özelliği de

amaçlar tam olarak gerçekleşme bile hedeflerden olacak negatif veya pozitif yöndeki sapmalar model çözümü sonucunda belirlenebilmektedir. Model çözümü sonucunda plan dönemi etalarının en az hedeflenen değerler kadar olması beklenmektedir. Model 3'te ise sadece birinci plan döneminde hedeflenen etadan 3151 m³ pozitif yönde sapma olmuştur ki, bu da model çözümü sonucunda beklenen sonuçtur. İkinci plan döneminde 1018 m³, üçüncüde 5 m³, dördüncüde 7418 m³ ve beşincide de 8270 m³ hedeflenen değerlerden daha az eta elde edilmiştir. Bu da model 3'te birinci öncelikte toprak koruma amacının yer almasından kaynaklanmaktadır. Modelde odun üretimi amacı için ayrılan alan model 2'den sadece 10.7 hektar fazla olmasına karşın, plan dönemleri toplam etası model 3'te model 2'den 18622 m³ daha fazladır. Ancak, su üretimi amacı için, model 3'te 105.4 hektar, model 2'de de 92.4 hektar alan ayrılmıştır. Su üretimi amacı için ayrılan alanlarda odun üretimi amacı için ayrılan alanlardan; 3 kapalı meşcerelerde 3 katı, 2 kapalı meşcerelerde ise 2 katı daha fazla ara hasılat alınmaktadır.

Ladin işletme sınıfı modellerinin çözümü sonucunda gerçekleşen plan dönemleri toplam eta değerlerinin son hasılat ve ara hasılat etalarına göre dağılımı Tablo 14'te verilmiştir (S.H.:Son hasılat etası, A.H.:Ara hasılat etası).

Tablo 14. Ladin işletme sınıfı modellerinin gerçekleşen eta değerlerinin dağılımı

Plan Dönemi	Modeller								
	Model 1			Model 2			Model 3		
	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam
I	85662	8788	94450	84275	17406	101681	90844	12057	102901
II	87750	16651	104401	89454	21288	110742	96301	13831	110132
III	102798	17181	119979	94316	22068	116384	104805	19440	124245
IV	107887	24288	132175	91359	35752	127111	100827	29505	130332
V	110827	34179	145006	97180	41370	138550	109482	35998	145480

Ladin işletme sınıfı modellerinin hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri Tablo 15, 16 ve 17'de verilmiştir.

Tablo 15. Ladin işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)	Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen			
I	93750	94450	5672	3023	485.0
II	101650	104401	5556	2855	453.8
III	116950	119979	5058	2687	550.8
IV	129600	132175	4334	2142	521.8
V	142700	145006	3459	1843	470.1
Toplam	584650	596011	24079	12550	2481.5
Toprak Erozyonunu Önleme:					474.8
Su Üretimi:					7.5

Tablo 16. Ladin işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)		Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	99750	101681	6475	5866	3220	724.5
II	107250	110742	5940	5593	2969	542.3
III	115450	116384	5405	4690	2735	433.7
IV	124850	127111	4870	3738	2071	440.3
V	136700	138550	4285	2946	1642	413.1
Toplam	584000	594468	26975	22833	12637	2553.9
Toprak Erozyonunu Önleme :						317.5
Su Üretimi :						92.4

Tablo 17. Ladin işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Toprak Erozyonu (ton)	Eta (m ³)		Su Üretimi (ton)	Alan (ha)	
		Hedef	Gerçekleşen			
I	6525	5855	99750	102901	3266	640.0
II	5975	5568	111150	110132	2972	503.3
III	5425	4776	124250	124245	2664	530.3
IV	4875	3678	137750	130332	2132	422.6
V	4225	2993	153750	145480	1907	468.4
Toplam	27025	22870	626650	613090	12941	2564.6
Toprak Erozyonunu Önleme :						293.8
Su Üretimi :						105.4

3.2. Kayın İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma

Kayın işletme sınıfı, KnLbc3, KnLc3, KnGnLbc2 olmak üzere üç değişik meşcere tipi ve 57 adet meşcereden oluşmaktadır. Toplam alanı 490 hektardır.

Kayın işletme sınıfı için 95 adet model denenerek bunlar arasından seçilen 5 model üzerinde durulmuştur. Bunlardan, ilk üç modelde plan dönemi etalarının eniyilenmesi amaçlanmıştır. Model 4'de hedeflenen eta miktarları birinci öncelikte yer alırken ikinci öncelikte toprak erozyonu hedef değerleri girilmiştir. Model 5'te ise, toprak erozyonu birinci öncelikte, su üretimi ikinci öncelikte, eta ise üçüncü öncelikte yer almıştır (Tablo 18).

Tablo 18. Kayın işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması

Model No	İşletme Amaçları		
	Eta	Toprak Koruma	Su Üretimi
1	1	-	-
2	1	-	-
3	1	-	-
4	1	2	-
5	3	1	2

3.2.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Tablo 19'da modellerin çözümü sonucunda; kayın işletme sınıfı için elde edilen plan dönemleri gençleştirme alanları ile diğer işletme amaçları için ayrılan alan miktarları verilmiştir.

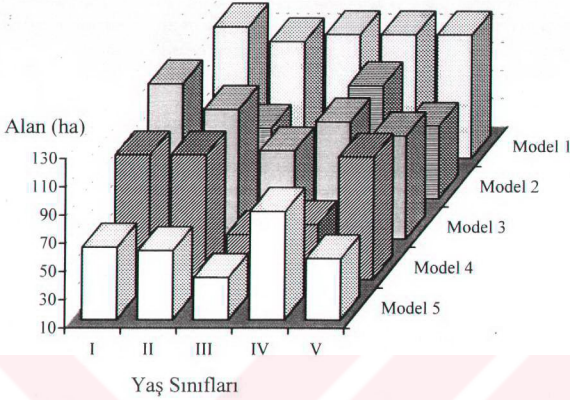
Tablo 19. Kayın işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha)

Model No	İşletme Amaçları								Genel Toplam
	Odun Üretimi						Toprak Koruma	Su Üretimi	
	I	II	III	IV	V	Toplam			
1	103.3	92.7	98.0	98.0	98.0	490.0			490.0
2	56.8	59.7	41.4	90.3	61.7	309.9	153.9	26.2	490.0
3	120.0	101.8	72.4	93.1	83.4	470.7	2.9	16.4	490.0
4	98.0	98.0	41.5	48.8	96.8	383.1	106.9		490.0
5	61.3	58.9	39.9	86.7	53.4	300.2	156.8	33.0	490.0

Model 1' de sadece hedeflenen eta değerleri modelde yer almıştır. Hedeflenen plan dđnemi etalarının da yđksek olması nedeniyle işletme sınıfı alanının tamamı odun üretimi amacına yönelik olarak ayrılmıştır. Model 2, hedeflenen eta değerlerinin birinci öncelikte yer aldığı modeller arasında en dđřük etaya sahip modeldir. Toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılan alanlardan ara hasılat etası alınmaması ve model 2'nin de en dđřük hedeflenen ve gerçekteşen eta değerlerine sahip olması nedeniyle bu modelin çđzümü sonucunda, 153.9 hektarlık alan, toprak erozyonunu önleme amacı için, 26.2 hektarlık alan da su üretimi amacı için ayrılmıştır. Model 3'te de, yine model 1 ve model 2 gibi sadece hedeflenen eta değerleri modelde yer almıştır. Modelde hedeflenen eta miktarları diğer dđrt modelden daha fazladır. Toprak erozyonuna çok az bir alan ayrılmış olmasına rağmen su üretimi amacı için 16.4 hektar alan ayrılmıştır. Su üretimi amacı için ayrılan alanlarda odun üretimi amacı için ayrılan alanlardan alınan ara hasılat miktarının, iki kapalı meşcerelerde iki katı, üç kapalı meşcerelerde ise üç katı kadar ara hasılat alınmaktadır. Böylece model 1'e oranla daha fazla eta elde edilmektedir. Model 4'te 106.9 hektar alan toprak erozyonunu önleme amacı için, geri kalan 383.1 hektar alan da odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Hedeflenen eta değerlerinin yanı sıra, ikinci öncelikte ise toprak erozyonunu önleme amacı yer almıştır. Bu modelde hedeflenen eta miktarı, model 2 'den fazla ve model 3'ten ise daha azdır. Ayrıca toprak erozyonu miktarının da modelde yer alması bu şekilde bir alan dağılımlında etken olmuştur. Model 5'te plan dđnemi hedeflenen eta miktarları azaltılmış ve üçüncü öncelikte modele girilmiştir. Birinci öncelikte yer alan hedeflenen toprak erozyonu miktarları ise diğer modellere göre daha yüksektir. Modelin çđzümü sonucunda toprak erozyonunu önlemek amacıyla 156.8 hektar, su üretimi için 33 hektar alan ayrılmıştır.

Kayın işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çđzümü sonucunda oluşan yaş sınıfı alan dağılımlı şekil 19'da verilmiştir.

Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin, model çđzümlerine göre alan dağılımları ise Ek Tablo 4, 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 19. Kayın işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılımları

3.2.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması

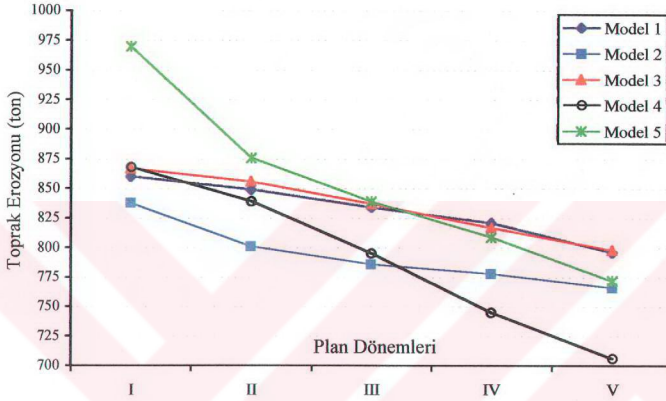
Model 1, 2 ve 3'te toprak erozyonu ile ilgili bir hedef değer öngörülmemiştir. Model 4 ve model 5'te ise toprak erozyonu miktarları sınırlandırılmıştır. Hedeflenen bu değerler model 4'te ikinci öncelikte, model 5'te ise birinci öncelikte yer almıştır.

Kayın işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucunda elde edilen plan dönemlerine ilişkin toprak erozyonu miktarları Şekil 20'de verilmiştir.

Model 1'de plan dönemlerine göre toprak erozyonu miktarları sırasıyla 860 ton, 849 ton, 834 ton, 821 ton ve 796 ton olarak gerçekleşmiştir. Model 2'de birinci plan döneminde 838 ton, ikincide 801 ton, üçüncüde 786 ton, dördüncüde 778 ton ve beşinci de ise 766 ton toprak erozyonu oluşmuştur.

Model 3'te toprak erozyonu miktarları birinci plan döneminde 867 ton, ikinci plan döneminde 856 ton, üçüncü plan döneminde 837 ton, dördüncü plan döneminde 817 ton ve beşinci plan döneminde de 798 ton olarak gerçekleşmiştir. Model 1 ve model 3 birlikte ele alındığında birbirlerine çok yakın toprak erozyonu miktarları vermektedirler. Toprak erozyonu miktarı model 3'te model 1'e göre daha yüksektir. Bunun nedeni ise hedeflenen ve gerçekleşen plan dönemi etalarının model 3'te daha yüksek olmasıdır. Plan dönemi etası

yükseldikçe meşcere göğüs yüzeyi azalacak ve buna bağlı olarak da toprak erozyonu miktar artacaktır. Model 2 ise sadece plan dönemi etalarının yer aldığı modeller (model 1, 2 ve 3) arasında en düşük toprak erozyonu miktarlarını vermiştir. Modelde plan dönemi etaları da diğer modellere göre en düşük seviyededir.



Şekil 20. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton)

Model 4'te birinci plan döneminde 868 ton, ikincide 839 ton, üçüncüde 795 ton, dördüncüde 745 ton ve beşincide ise 706 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir. Toplam toprak erozyonu miktarı bakımından en düşük sonucu veren model 4'te hedeflenen toprak erozyonu miktarları ikinci öncelikte yer almıştır. Buna rağmen hedeflenen toprak erozyonu miktarlarının yer almadığı modellerden model 2'den toplamda 16 ton daha az toprak erozyonu gerçekleşmiştir. Model 2'ye göre plan dönemi etaları daha yüksek olmasına rağmen, hedeflenen toprak erozyonu miktarları da modelde yer aldığından model çözümü sonucunda 106.9 hektar alan toprak erozyonu önleme amacı ile ayrılarak, hedeflenen toprak erozyonu miktarları gerçekleştirilmiştir.

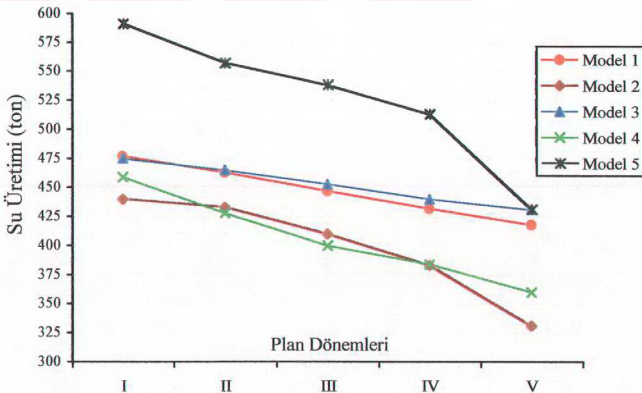
Model 5'te plan dönemlerine göre sırasıyla 970 ton, 876 ton, 839 ton, 809 ton ve 772 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir. Model 5, kayın işletme sınıfı için çözümü verilen beş model arasında, hedeflenen toprak erozyonu miktarları birinci öncelikte olmasına karşın, en yüksek toprak erozyonu miktarlarını veren modeldir. Bu modelde hedeflenen

toprak erozyonu miktarları, model 4'e göre her plan dönemi için 100 ton daha fazla olarak modele girilmiştir. Ayrıca su üretiminin ikinci öncelikte yer alması da toprak erozyonu miktarının artmasına neden olmuştur. Su üretimi amacı için ayrılan alanlardan alınacak ara hasılat miktarı, odun üretimi amacı için ayrılan alanlardaki ara hasılat miktarının 2 ve 3 katı şeklinde kararlaştırılmıştır. Meşçere göğüs yüzeyi ile su üretim miktarları arasında ters ilişki bulunmaktadır. Yani meşçere göğüs yüzeyi azaldıkça su üretimi ve yine buna bağlı olarak toprak erozyonu miktarı da artmaktadır.

3.2.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Kayın işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucu elde edilen plan dönemlerine ilişkin yıllık su üretimi miktarları Şekil 21' de verilmiştir.

Su üretimi miktarları model 1'de birinci plan döneminde 477 ton, ikinci plan döneminde 463 ton, üçüncü plan döneminde 447 ton, dördüncü plan döneminde 432 ton ve beşinci plan döneminde ise 418 ton olarak belirlenmiştir. Model 2'de plan dönemlerine göre su üretimi miktarları sırasıyla 440 ton, 433 ton, 410 ton, 383 ton ve 331 ton olarak gerçekleşmiştir. Model 3'te ise ilk plan döneminde 475 ton, izleyen plan dönemlerinde ise 465 ton, 453 ton, 440 ton ve 431 ton su üretimi sağlanmıştır. Model 4'te birinci plan döneminde 459 ton, ikincide 428 ton, üçüncü de 400 ton, dördüncüde 384 ton ve beşincide de 360 ton su üretimi gerçekleşmiştir.



Şekil 21. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton)

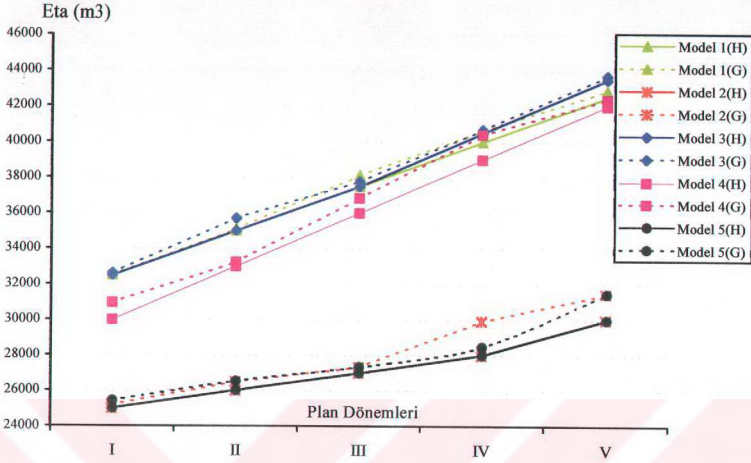
Sadece hedeflenen eta değerlerinin yer aldığı model 1, model 2 ve model 3 ile model 4 birlikte incelendiğinde, bu modeller arasında gerçekleşen eta ile su üretimi arasında doğru bir ilişki bulunmaktadır. Modeller arasında en yüksek su üretimini gerçekleştiren model 3 aynı zamanda en yüksek etayı da vermektedir. Eta miktarı arttıkça meşcere göğüs yüzeyi azalacaktır. Su üretimi ile meşcere göğüs yüzeyi arasında ters bir ilişki bulunduğundan, meşcere göğüs yüzeyi azaldıkça su üretimi miktarları artacaktır. Model 5'te ise su üretimi miktarları, birinci plan döneminde 591 ton, ikincide 557 ton, üçüncüde 538 ton, dördüncüde 513 ton ve beşinci ise 431 ton şeklinde gerçekleşmiştir. Model 5 tüm modeller arasında su üretimi bakımından da en yüksek değerleri vermiştir. Model 5'in diğer dört modelde farkı hedeflenen su üretimi miktarlarının da modelde yer almasıdır. Ayrıca hedeflenen su üretimi miktarları her plan dönemi için, diğer dört modelde gerçekleşen su üretimi miktarlarından daha yüksek modele girilmiştir. Plan dönemi su üretimi miktarlarının en az hedeflenen değerler kadar olması istenmektedir. Modelin çözümü sonucunda, her plan dönemi için hedeflenen değerlerden pozitif sapmalar elde edilmiştir.

3.2.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Çözümü gerçekleştirilen modellerden, model 1, model 2 ve model 3'te sadece hedeflenen eta değerleri yer almıştır. Hedeflenen eta değerleri model 4'te birinci öncelikte, model 5'te ise üçüncü öncelikte girilmiştir. Modellerde, plan dönemi etalarının en az hedeflenen değerler kadar gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Ancak plan dönemi etaları eta kontrol kısıtları ile de sınırlandırılmıştır.

Kayın işletme sınıfı için oluşturulan 5 modele ait hedeflenen (H) ve gerçekleşen (G) plan dönemi etaları Şekil 22'de verilmiştir.

Model 1'de birinci plan dönemi etası 32500 m^3 olarak verilmiş ve izleyen plan dönemi etalarının her plan döneminde 2500 m^3 artması öngörülmüştür. Buna göre plan dönemi etaları; birinci plan döneminde 32500 m^3 , ikinci plan döneminde 35096 m^3 , üçüncü plan döneminde 38136 m^3 , dördüncü plan döneminde 40633 m^3 ve beşinci plan döneminde ise 42887 m^3 olarak gerçekleşmiştir. Model 2'de, birinci plan dönemi etası 25201 m^3 , ikinci plan dönemi etası 26510 m^3 , üçüncü plan dönemi etası 27353 m^3 , dördüncü plan dönemi etası 29931 m^3 ve beşinci plan dönemi etası da 31473 m^3 olarak saptanmıştır.



Şekil 22. Kayın işletme sınıfı modelleri hedef ve gerçekleşen eta değerleri (m³)

Model 3'te plan dönemi etaları sırasıyla, 32629 m³, 35706 m³, 37781 m³, 40698 m³ ve 43723 m³ şeklinde belirlenmiştir. Model 4'te birinci plan dönemi etası 30958 m³, ikinci plan dönemi etası, 33229 m³, üçüncü plan dönemi etası 36843 m³, dördüncü plan dönemi etası 40420 m³ ve beşinci plan dönemi etası da 42403 m³ olarak gerçekleşmiştir. Model 5'te birinci plan döneminde 25446 m³, ikinci plan döneminde 26549 m³, üçüncü plan döneminde 27345 m³, dördüncü plan döneminde 28480 m³ ve beşinci plan döneminde de 31456 m³ eta elde edilmiştir.

Kayın işletme sınıfı modellerinin tümünde plan dönemleri için verilen hedeflenen eta miktarlarına model çözümleri sonucunda ulaşılmıştır. En yüksek hedeflenen eta değerlerinin verildiği model 3'te yine en yüksek etalar alınmıştır. Plan dönemleri için aynı hedeflenen eta miktarlarının verildiği modellerden model 2'de model 5'e göre daha fazla eta elde edilmiştir. Model 2'de birinci öncelikte yer alan hedeflenen eta miktarlarının model 5'te üçüncü öncelikte ve birinci öncelikte ise toprak erozyonunun yer alması sonucu model 2'ye oranla daha düşük plan dönemi etaları sağlanmıştır.

Kayın işletme sınıfı modellerinin çözümü sonucunda gerçekleşen plan dönemleri toplam eta değerlerinin son hasılat ve ara hasılat etalarına göre dağılımı Ek Tablo 9'da verilmiştir.

Kayın işletme sınıfı için yukarıda çözümlü verilen tüm modellerinin hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri Tablo 20, 21, 22, 23 ve 24'te verilmiştir.

Tablo 20. Kayın işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)	Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen			
I	32500	32500	860	477	103.3
II	35000	35096	849	463	92.7
III	37500	38136	834	447	98.0
IV	40000	40633	821	432	98.0
V	42500	42887	796	418	98.0
Toplam	187500	189252	4160	2237	490.0
Toprak Erozyonunu Önleme:					
Su Üretimi:					

Tablo 21. Kayın işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)	Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen			
I	25000	25201	838	440	56.8
II	26000	26510	801	433	59.7
III	27000	27353	786	410	41.4
IV	28000	29931	778	383	90.3
V	30000	31473	766	331	61.7
Toplam	136000	140468	3969	1997	309.9
Toprak Erozyonunu Önleme:					153.9
Su Üretimi:					26.2

Tablo 22. Kayın işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)	Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen			
I	32500	32629	867	475	120.0
II	35000	35706	856	465	101.8
III	37500	37781	837	453	72.4
IV	40500	40698	817	440	93.1
V	43500	43723	798	431	83.4
Toplam	189000	190537	4175	2264	470.7
Toprak Erozyonunu Önleme:					2.9
Su Üretimi:					16.4

Tablo 23. Kayın işletme sınıfı model 4 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)		Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	30000	30958	900	868	459	98.0
II	33000	33229	850	839	428	98.0
III	36000	36843	800	795	400	41.5
IV	39000	40420	750	745	384	48.8
V	42000	42403	700	706	360	96.8
Toplam	180000	183853	4000	3953	2031	383.1
Toprak Erozyonunu Önleme :						106.9
Su Üretimi :						

Tablo 24. Kayın işletme sınıfı model 5 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Toprak Erozyonu (ton)		Su üretimi (ton)		Eta (m ³)		Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen	
I	1000	970	500	591	25000	25446	61.3
II	950	876	475	557	26000	26549	58.9
III	900	839	450	538	27000	27345	39.9
IV	850	809	425	513	28000	28480	86.7
V	800	772	400	431	30000	31456	53.4
Toplam	4500	4266	2250	2630	136000	139276	300.2
Toprak Erozyonunu Önleme :						156.8	
Su Üretimi :						33.0	

3.3. Kızılağaç İşletme Sınıfına Ait Bulgular ve Tartışma

Kızılağaç işletme sınıfı için 138 adet, değişik amaç kombinasyonlarında model koşturulmuştur. Bu modeller arasından 5 adet model seçilerek bunlar üzerinde durulmuştur. Model 1'de sadece hedeflenen eta değerleri verilmiştir. Model 2'de birinci öncelikte maksimum toprak erozyonu değerleri, ikinci öncelikte ise hedeflenen eta değerleri yer almıştır. Model 3'te ise bu kez hedeflenen eta değerleri birinci öncelikte, maksimum toprak erozyonu değerleri ise ikinci öncelikte yer almıştır. Model 4'te birinci öncelikte hedeflenen eta değerleri, ikinci öncelikte ise hedeflenen su üretimi değerleri yer almıştır. Kızılağaç işletme sınıfı için çözümü gerçekleştirilen model 5'te plan dönemi hedeflenen eta değerlerine yer verilmemiştir. Bunun yerine en fazla toprak erozyonu

miktarları birinci öncelikte, su üretimi miktarları ise ikinci öncelikte yer almıştır (Tablo 25).

Tablo 25. Kızılağaç işletme sınıfı modellerinde işletme amaçlarının öncelik sıralaması

Model No	İşletme Amaçları		
	Eta	Toprak Koruma	Su Üretimi
1	1	-	-
2	2	1	-
3	1	2	-
4	1	-	2
5	-	1	2

3.3.1. Alana İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Kızılağaç işletme sınıfı, farklı bölmelerdeki 9 adet Kzcl meşcere tipinden oluşmaktadır. Toplam alanı 95.6 hektardır.

Tablo 26'te modellerin çözümü sonucunda; kızılağaç işletme sınıfı için elde edilen plan dönemleri gençleştirme alanları ile diğer işletme amaçları için ayrılan alan miktarları verilmiştir.

Tablo 26. Kızılağaç işletme sınıfının model çözümlerinden elde edilen alan durumu (ha)

Model No	İşletme Amaçları								Genel Toplam
	Odun Üretimi						Toprak Koruma	Su Üretimi	
	I	II	III	IV	V	Toplam			
1	18.4	17.1	18.9	19.0	17.8	91.2	4.4		95.6
2	18.4	17.2	16.6	19.0	19.5	90.7	4.9		95.6
3	18.7	16.9	19.0	19.1	19.1	92.8	2.8		95.6
4	20.2	18.4	14.8	18.7	17.5	89.6		6.0	95.6
5	0.5	6.2	19.0	6.3	19.5	51.5	44.1		95.6

Model 1'de kızılağaç işletme sınıfının, 91.2 hektarlık alanı odun üretimine, 4.4 hektarı ise toprak korumaya ayrılmıştır. Tablo 27'de kızılağaç işletme sınıfı meşcerelerinin model 1'e göre alan dağılımı verilmiştir.

Tablo 27. Model 1'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
1			3.2		8.3	4.4	
2					9.5		
3		2.3	6.2				
4		0.9	9.5	3.5			
5		13.9		5.1			
6	1.8						
7	6.4			10.4			
8	7.4						
9	2.8						
Toplam	18.4	17.1	18.9	19.0	17.8	4.4	

Model 1'de sadece plan dönemi etalarının en az hedeflenen değerler kadar gerçekleşmesi öngörüldüğünden işletme sınıfı alanının tamamına yakını odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Kızılağaç işletme sınıfı tek bir meşcere tipinden (Kzc1) oluşmaktadır. Kapalılığı "1" olan meşcerelerden toprak erozyonunu önleme amacı için herhangi bir eta alınmamaktadır. Bu nedenle, hedeflenen eta değerlerine ulaşıldığından, yani, beş plan dönemi için de gerçekleşen eta miktarları verilen hedeflenen eta değerlerinden fazla olduğundan 4.4 hektarlık alan da toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılmıştır.

Model 2'de 4.9 hektar toprak koruma alanı olarak, geri kalan 90.7 hektarlık alan ise odun üretimi amacına yönelik olarak bırakılmıştır. Tablo 28'de meşcerelerin alan dağılımı verilmiştir. Modelde toprak erozyonunu önleme amacı birinci öncelikte yer aldığından, ilk olarak modele verilen, en fazla toprak erozyonu miktarlarının sağlanması gerekmektedir. Yani modelin çözümü sonucunda oluşacak toprak erozyonu miktarlarının en fazla hedeflenen değerler kadar olması öngörülmektedir. Plan dönemi eta miktarları değiştirilmemesine (model 1 ile aynı olmasına) karşın, modelde bu kez toprak erozyonu da bir amaç olarak yer aldığından toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılan alan 4.9 hektar olmuştur.

Tablo 28. Model 2'ye göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
1				11.5			
2				4.9		4.6	
3				0.8	12.1		
4		0.8	12.8			0.3	
5		15.2	3.8				
6				1.8			
7	15.6	1.2					
8					7.4		
9	2.8						
Toplam	18.4	17.2	16.2	19.0	19.5	4.9	

Model 3'te işletme sınıfı alanının 2.8 hektarı toprak koruma geri kalan 92.8 hektarı ise odun üretimi amacıyla ayrılmıştır. Kızılağaç işletme sınıfı meşcerelerinin, 3 nolu modelin çözümüne göre alan dağılımı Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Model 3'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
1				1.9	9.6		
2					9.5		
3			5.1	7.8			
4			13.9				
5	1.1	15.1				2.8	
6		1.8					
7	10.2			6.6			
8	7.4						
9				2.8			
Toplam	18.7	16.9	19.0	19.1	19.1	2.8	

Model 3'te birinci öncelikte plan dönemi hedeflenen eta değerleri model 1 ve model 2'ye göre 300 m³ arttırılmıştır. Kızılağaç işletme sınıfı için oluşturulan modeller arasında en yüksek eta model 3'ten elde edilmiştir. Plan dönemi etalarının diğer modellerden yüksek olması ve toprak erozyonunun da modelde ikinci öncelikte yer alması sonucu model 3'te, model 1 ve model 2'ye göre daha az alan (2.8 ha) toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılmıştır.

Model 4'ün çözümü sonucunda, su üretimi amacı için ayrılan alan 6.0 hektar, odun üretimi amacı için ayrılan alan ise 89.6 hektardır. Su üretimi amacı için "1" kapalı meşcerelerden eta alınmaması ve kızılâğaç işletme sınıfının tamamının da "1" kapalı meşcerelerden oluşması nedeniyle işletme sınıfı alanının büyük bir bölümü odun üretimi amacına yönelik olarak bırakılmıştır. Ayrıca meşcere göğüs yüzeyi ile su üretimi arasındaki ters ilişki nedeniyle odun üretimi amacı için ayrılan alanların su üretimine de olumlu yönde katkı sağlaması bu şekilde bir alan ayırımında etken olmuştur. Şöyle ki, bir meşcere toprak erozyonunu önleme amacı ile ayrılmış dahi olsa belli bir miktarda su üretimi gerçekleşmektedir. Ancak odun üretimi için ayrılan alanlarda ara ve son hasılat kesimleri ile göğüs yüzeyi düşürüldüğünden su üretiminde artış meydana gelmektedir. İşletme sınıfı meşcerelerinin, 4 nolu modelin çözümüne göre alan dağılımı Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Model 4'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha)

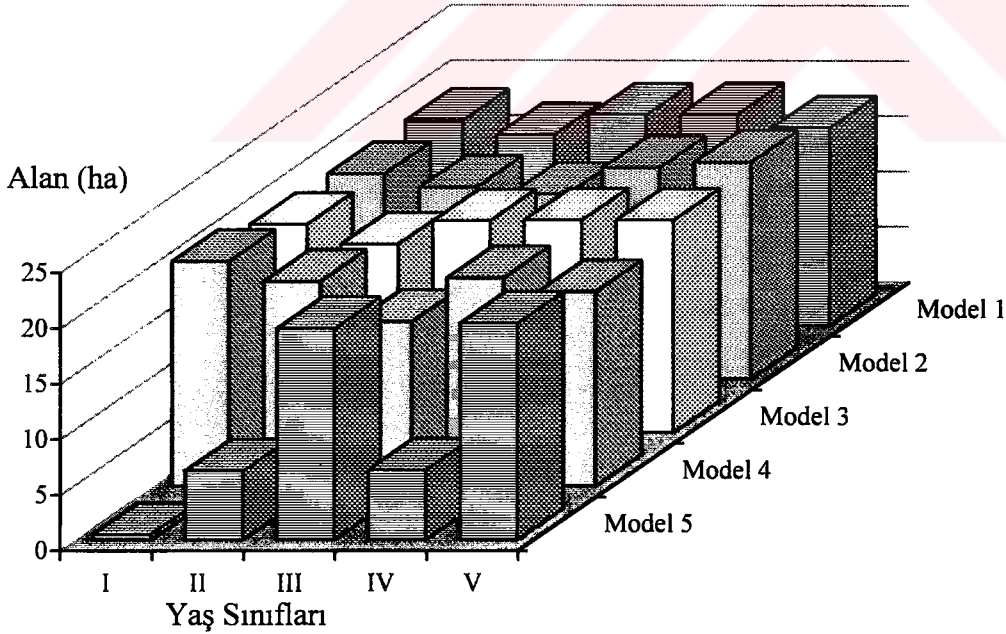
Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
1					9.7		1.8
2		1.7			7.8		
3				12.9			
4		13.9					
5			14.8				4.2
6				1.8			
7	12.8			4.0			
8	4.6	2.8					
9	2.8						
Toplam	20.2	18.4	14.8	18.7	17.5		6.0

Model 5'te işletme sınıfı alanının 55.1 hektar odun üretimi için ayrılmıştır. Geri kalan 44.1 hektarlık alan ise toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılmış, su üretimi için herhangi bir alan ayrılmamıştır. Bunun nedeni ise, odun üretimi amacı için ayrılan alanların aynı zamanda su üretimine de yukarıda (model 4'te) açıklandığı şekilde katkı sağlamasıdır. Kızılâğaç işletme sınıfında yer alan meşcerelerin model 5'e göre alan dağılımı Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Model 5'e göre işletme amaçlarına ayrılan alanların meşcerelere dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
1						11.5	
2					9.5		
3	0.5	6.2				6.2	
4			8.3			5.6	
5						19.0	
6						1.8	
7			0.5	6.3	10.0		
8			7.4				
9			2.8				
Toplam	0.5	6.2	19.0	6.3	19.5	44.1	

Kızılağaç işletme sınıfı için oluşturulan modeller yaş sınıfı alan dağılışı bakımından incelendiğinde, ilk dört modelin alan dağılışlarının oldukça düzgün olduğu görülmektedir. Model 5'te ise düzensiz bir yaş sınıfı alan dağılımı görülmektedir. Bunun nedeni ise model 5'te hedeflenen eta değerlerinin modelde yer almaması ve koruma amacının ön plana çıkmasıdır. Modellerin yaş sınıfı alan dağılışı Şekil 23'te görülmektedir.



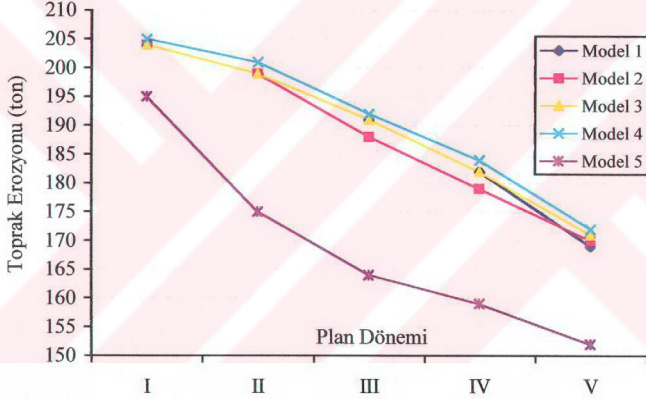
Şekil 23. Kızılağaç işletme sınıfı modellerinin yaş sınıfı alan dağılışı

3.3.2. Toprak Erozyonuna İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Model 1 ve 4'te toprak erozyonu ile ilgili herhangi bir hedef değer verilmemiştir. Buna rağmen model 1'de 4.4 hektarlık alan toprak koruma amacıyla ayrılmıştır. Model 5'te ise 44.1 hektarlık alan toprak erozyonu önleme amacı için ayrılmıştır.

Kızılağaç işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucu elde edilen plan dönemlerine ilişkin toprak erozyonu miktarları Şekil 24'te verilmiştir.

Model 2, 3, ve 5'te maksimum toprak erozyonu miktarları sınırlandırılmıştır. Toprak erozyonu hedef değerleri, model 2 ve model 5'te birinci, model 3'te ikinci öncelikte yer almıştır.



Şekil 24. Plan dönemlerine göre modellerin toprak erozyonu miktarları (ton)

Birinci plan döneminde model 1, model 2 ve model 3'te 204 ton, model 4'te 205 ton ve model 5'te de 195 ton toprak kaybı olmuştur. Yine model 1, model 2 ve model 3'te ikinci plan döneminde 199 ton toprak erozyonu meydana gelirken, bu miktar model 4'te 201 ton, model 5'te ise 174 ton olarak gerçekleşmiştir. Toprak erozyonu miktarları üçüncü plan dönemi için, model 1 ve model 3'te 191 ton, model 2'de 188 ton, model 4'te 192 ton ve model 5'te de 174 ton şeklinde saptanmıştır. Dördüncü plan döneminde toprak erozyonu miktarları, modellere göre sırasıyla 182 ton, 179 ton, 182 ton, 184 ton ve 159 ton olarak

elde edilmiştir. Beşinci plan döneminde, model 1'de 169 ton, model 2'de 170 ton, model 3'te 171 ton, model 4'te 172 ton ve model 5'te de 152 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir.

Model 1, model 2, model 3 ve model 4 toprak erozyonu bakımından birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Bu modellerden, model 1 ve model 4'te toprak erozyonu miktarları kısıtlayıcı koşul olarak girilmemiştir. Buna rağmen, toprak erozyonu miktarlarının kısıtlayıcı bir koşul olarak girildiği model 2 ve model 3'e çok yakın hatta eşit sonuçlar vermişlerdir. Model 1, 2 ve 3'te toprak erozyonu miktarları, eta yükseldikçe artmaktadır. Bu modeller arasında en yüksek toplam etayı veren model 3, aynı zamanda en yüksek toprak erozyonu miktarını da sahiptir. Model 4'te ise plan dönemleri toplam etası diğer üç modele (model 1, 2 ve 3) göre daha düşük olmasına rağmen, hedeflenen eta miktarları ile birlikte su üretiminin de modelde yer alması toprak erozyonunun artmasına neden olmaktadır.

Model 2 ve model 3'te plan dönemi toprak erozyonu miktarlarının sırasıyla 220, 210, 200, 190 ve 180 tonu geçmemesi öngörülmüştür. Her iki modelde de bu koşul sağlanmıştır. Ancak, model 3'te plan dönemi etalarının model 2'den daha yüksek olması ve hedeflenen toprak erozyonu değerlerinin model 2'de birinci öncelikte, model 3'te ise ikinci öncelikte yer alması nedeniyle model 2'deki toprak erozyonu miktarları model 3'ten daha azdır.

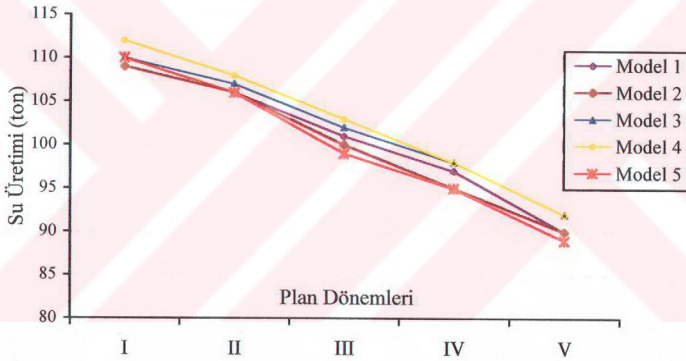
Model 5'te diğer dört modele göre en düşük toprak erozyonu miktarları elde edilmiştir. Bu modelde, birinci öncelikte yer alan hedeflenen toprak erozyonu miktarları, toprak erozyonu miktarlarının yer aldığı model 2 ve model 3'e göre her plan dönemi için 20 ton daha düşük verilmiştir. Bu miktarlar, birinci plan dönemi için 200 ton, ikincide 190 ton, üçüncüde 180 ton, dördüncüde 170 ton ve beşincide de 160 ton olarak girilmiştir. Toprak erozyonunun birinci öncelikte yer alması ve plan dönemi hedeflenen toprak erozyonu miktarlarının da diğer modellerden daha düşük olması sonucu modelde elde edilen plan dönemi toprak erozyonu miktarları diğer modellere göre daha düşük çıkmıştır.

3.3.3. Su Üretimine İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Model 1, model 2 ve model 3'te su üretimine ilişkin bir hedef değer yer almazken, model 4 ve model 5'te ise su üretimi ikinci öncelikte yer almıştır. Modellerin çözümü sonucunda sadece model 4'te 6 hektarlık alan su üretimi amacıyla ayrılmıştır. Kızılağaç

işletme sınıfı için oluşturulan modellerin çözümü sonucu elde edilen plan dönemlerine ilişkin yıllık su üretimi miktarları Şekil 25'te verilmiştir.

Kızılağaç işletme sınıfı birinci plan dönemi su üretimi miktarları, model 1 ve model 2'de 109 ton, model 3'te ve model 5'te 110 ton, model 4'te ise 112 ton olarak belirlenmiştir. Model 1, model 2 ve model 5'te su üretimi miktarları, ikinci plan döneminde 106 ton, model 3'te 107 ton, model 4'te 108 ton olarak hesaplanmıştır. Üçüncü plan döneminde ise, model 1 101 ton, model 2 100 ton, model 3 102, model 4'te 103 ton ve model 5'te de 99 ton su üretimi elde edilmiştir. Su üretimi miktarı, dördüncü plan döneminde model 1'de 97 ton, model 2 ve 5'te 95 ton, model 3 ve model 4'te ise 98 ton olmuştur. Model 1 ve model 2'de beşinci plan döneminde 90 ton, model 3 ve model 4'te 92 ton, model 5'te 89 ton su üretimi gerçekleşmiştir.



Şekil 25. Plan dönemlerine göre modellerin su üretimi miktarları (ton)

Tüm modellerin birbirine çok yakın su üretimi değerleri vermesine karşın model 4'te diğerlerine göre biraz daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Su üretimi miktarlarının kısıtlayıcı koşul olarak girildiği modellerde (model 4 ve model 5) plan dönemleri için gerçekleşmesi öngörülen en düşük su üretimi miktarları, birinci plan dönemi için 110 ton, ikinci için 105 ton, üçüncü için 100 ton, dördüncü için 95 ton ve beşinci için 90 ton'dur. Meşcere göğüs yüzeyi arttıkça su üretimi ve toprak erozyonu miktarı azalmaktadır. Su üretimi için meşcere göğüs yüzeyi düşürüldüğünde bu kez toprak erozyonu miktarı artmaktadır. Plan dönemi eta miktarlarının artması da toprak erozyonu ve su üretimi

miktarlarının artmasına neden olmaktadır. Birinci öncelikteki hedeflenen plan dönemi etalarının yanı sıra su üretimi miktarlarının da ikinci öncelikte yer alması nedeniyle, model 4'te diğer modellerden daha yüksek su üretimi miktarları elde edilmiştir.

Kızılağaç işletme sınıfı modelleri arasında en düşük su üretimi miktarları model 5'ten elde edilmiştir. Model 1, 2 ve 3'te su üretimi miktarları modelde yer almamasına rağmen, gerçekleşen plan dönemi etalarının model 5'ten daha yüksek olması nedeniyle, model 5'e göre daha yüksek su üretimi gerçekleşmiştir. Plan dönemi hedeflenen su üretimi miktarlarının model 5 gibi ikinci öncelikte yer aldığı model 4'te model 5'e göre daha yüksek su üretimine erişilmesinin nedeni ise; model 4'te birinci öncelikte plan dönemi hedeflenen etalarının, model 5'te ise toprak erozyonunu önleme amacının yer almasıdır. Toprak erozyonu amacı için ayrılan alanlarda, toprak erozyonu miktarını azalmasını sağlamak amacıyla göğüs yüzeyinin yüksek olması istenmektedir. Göğüs yüzeyi arttıkça su üretimi miktarı da azalacağından model 5'te, üçüncü ve beşinci plan dönemlerinde hedeflenen su üretimi değerlerinden 1 m^3 daha az su üretimi gerçekleşmiştir.

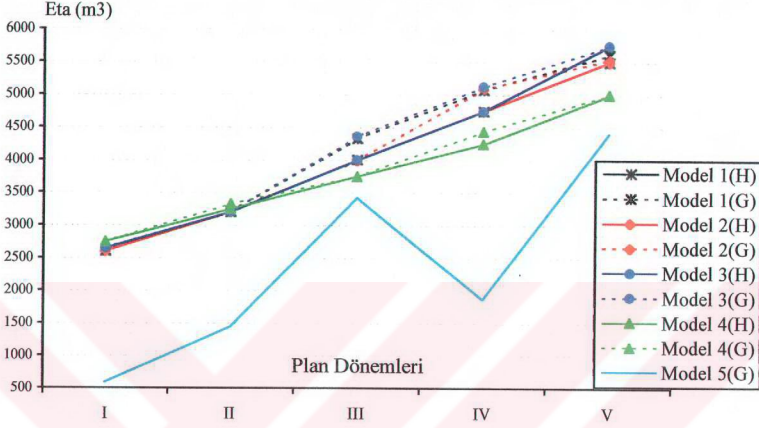
3.3.4. Plan Dönemi Etalarına İlişkin Bulgular ve Tartışılması

Çözümü gerçekleştirilen modellerde, hedeflenen eta değerleri model 1, model 3 ve model 4'te birinci öncelikte, model 2'de ise ikinci öncelikte yer alırken, model 5'te ise eta için herhangi bir hedeflenen değer verilmemiştir. Hedeflenen eta değerlerinin yer aldığı modellerde, plan dönemi etalarının en az hedeflenen değerler kadar gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Ancak plan dönemi etaları eta kontrol kısıtları ile de sınırlandırılmıştır.

Kızılağaç işletme sınıfı için oluşturulan 5 modele ait hedeflenen (H) ve gerçekleşen (G) plan dönemi etaları Şekil 26'da verilmiştir.

Model 1'de birinci plan dönemi etası 2606 m^3 , izleyen plan dönemi etaları ise, 3208 m^3 , 4328 m^3 , 5077 m^3 ve 5613 m^3 olarak belirlenmiştir. Model 2'de plan dönemi etaları, birinci plan döneminde 2606 m^3 , ikinci plan döneminde 3212 m^3 , üçüncü plan döneminde 3993 m^3 , dördüncü plan döneminde 5091 m^3 ve beşinci plan döneminde ise 5539 m^3 şeklinde gerçekleşmiştir. Model 3'te birinci plan dönemi etası 2656 m^3 , ikinci plan dönemi etası 3205 m^3 , üçüncü plan dönemi etası 4361 m^3 , dördüncü plan dönemi etası 5126 m^3 ve beşinci plan dönemi etası 5751 m^3 olarak saptanmıştır. Model 4'te plan dönemi etaları sırasıyla 2750 m^3 , 3328 m^3 , 3751 m^3 , 4442 m^3 ve 5008 m^3 olarak tespit edilmiştir. Model 5'te birinci plan döneminde 588 m^3 , ikinci plan döneminde 1447 m^3 , üçüncü plan

döneminde 3427 m³, dördüncü plan döneminde 1873 m³ ve beşinci plan döneminde de 4414 m³ eta elde edilmiştir.



Şekil 26. Kızılağaç işletme sınıfı modelleri hedeflenen ve gerçekleşen eta değerleri (m³)

Model 1 ve model 2'de gerçekleşmesi öngörülen hedeflenen eta değerleri her plan dönemi için aynı olmakla birlikte model 1'de elde edilen plan dönemleri toplam etası model 2'ye göre daha yüksektir. Model 1'de toplam eta 20846 m³ olarak gerçekleşirken, model 2'de 20427 m³ olarak hesaplanmıştır. Bu modeller sonucu elde edilen etalar arasındaki fark ise 419 m³ tür. Model 1'de birinci öncelikte yer alan hedeflenen eta değerleri model 2'de ikinci öncelikte yer alırken, birinci öncelikte ise toprak erozyonunu önleme amacı yer almıştır. Ayrıca, Model 1' de hedeflenen eta değerlerinden pozitif sapmalar gerçekleşmiştir (Tablo 30). Bu durumun tersine, model 2'de üçüncü plan dönemi etasında 7 m³ negatif sapma meydana gelmiştir. Yani üçüncü plan dönemi etası verilen hedeflenen eta değeri 4000 m³ iken 3993 m³ olarak gerçekleşmiştir.

Model 3'te plan dönemleri etası, model 1 ve model 2'ye göre arttırılmıştır. Hedeflenen eta değerlerinin yanında ikinci öncelikte gerçekleşmesi öngörülen en fazla toprak erozyonu miktarları girilmiştir. Modelde plan dönemi etaları yükseltilip, ikinci öncelikte de toprak erozyonu miktarları girilerek model çözümü zorlanmıştır. Ancak, yine

daha az bir alan, toprak koruma amacı için ayrılarak modelden her iki öncelik için de beklenen sonuçlar elde edilmiştir.

Model 4'te plan dönemi hedeflenen eta değerleri düşürülmüş ve ikinci önceliğe de su üretimi amacı alınarak model sonuçları izlenmiştir. Eta ile su üretimi arasında doğru orantı olduğundan, yani plan dönemi eta miktarı arttıkça, azalan göğüs yüzeyinden dolayı su üretimi de artacağından plan dönemi hedeflenen eta değerleri model 1, model 2 ve model 3'e göre daha düşük verilmiştir. Bu karşılık, model çözümü sonucunda 6 hektarlık alan su üretimi amacı için ayrılmıştır. Böylece her iki öncelikte yer alan amaçlar için hedeflenen değerlere ulaşılmıştır.

Model 5'te ise diğer 4 modele oranla en düşük plan dönemi etaları elde edilmiştir. Burada ana amaç koruma olup, herhangi bir hedeflenen eta değeri verilmemiştir. Buna karşın 51.5 hektar alan, model çözümü sonucunda odun üretimi amacıyla ayrılmıştır. Bunun nedeni, odun üretimi amacıyla ayrılan alanların su üretimine olumlu katkıda bulunmasıdır. Birinci öncelikte yer alan toprak erozyonunu önleme amacı içinde ayrıca 44.1 hektar alan ayrılmıştır. Böylece diğer modeller arasında en düşük toprak erozyonu miktarı elde edilmiştir.

Kızılağaç işletme sınıfı modellerinin çözümü sonucunda gerçekleşen plan dönemleri toplam eta değerlerinin son hasılat ve ara hasılat etalarına göre dağılımı Ek Tablo 10'da verilmiştir.

Kızılağaç işletme sınıfı için geliştirilen tüm modellerinin hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri Tablo 32, 33, 34, 35 ve 36'da verilmiştir.

Tablo 32. Kızılağaç işletme sınıfı model 1 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)	Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen			
I	2600	2606	204	109	18.4
II	3200	3208	199	106	17.1
III	4000	4328	191	101	18.9
IV	4750	5091	182	97	19.0
V	5500	5613	169	90	17.8
Toplam	20050	20846	945	503	91.2
Toprak Erozyonunu Önleme:					4.4
Su Üretimi:					

Tablo 33. Kızılağaç işletme sınıfı model 2 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Toprak Erozyonu (ton)		Eta (m ³)		Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	220	204	2600	2606	109	18.4
II	210	199	3200	3212	106	17.2
III	200	188	4000	3993	100	16.6
IV	190	179	4750	5077	95	19.0
V	180	170	5500	5539	90	19.5
Toplam	1000	940	20050	20427	500	90.7
Toprak Erozyonunu Önleme :						4.9
Su Üretimi :						

Tablo 34. Kızılağaç işletme sınıfı model 3 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Toprak Erozyonu (ton)		Su Üretimi (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	2650	2656	220	204	110	18.7
II	3200	3205	210	199	107	16.9
III	4000	4361	200	191	102	19.0
IV	4750	5126	190	182	98	19.1
V	5750	5751	180	171	92	19.1
Toplam	20350	21099	1000	947	509	92.8
Toprak Erozyonunu Önleme :						2.8
Su Üretimi :						

Tablo 35. Kızılağaç işletme sınıfı model 4 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Eta (m ³)		Su Üretimi (ton)		Toprak Erozyonu (ton)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	2750	2750	110	112	205	20.2
II	3250	3328	105	108	201	18.4
III	3750	3751	100	103	192	14.8
IV	4250	4442	95	98	184	18.7
V	5000	5008	90	92	172	17.5
Toplam	19000	19279	500	513	954	89.6
Toprak Erozyonunu Önleme :						
Su Üretimi :						6.0

Tablo 36. Kızılağaç işletme sınıfı model 5 hedeflenen ve gerçekleşen amaç değerleri

Plan Dönemleri	Toprak Erozyonu (ton)		Su Üretimi (ton)		Eta (m ³)	Alan (ha)
	Hedef	Gerçekleşen	Hedef	Gerçekleşen		
I	200	195	110	110	588	0.5
II	190	175	105	106	1447	6.2
III	180	164	100	99	3427	19.0
IV	170	159	95	95	1873	6.3
V	160	152	90	89	4414	19.5
Toplam	900	845	500	499	11749	51.5
Toprak Erozyonunu Önleme :						44.1
Su Üretimi :						

3.4. Orman Fonksiyon Haritalarının Düzenlenmesi

Ormanüstü planlama birimine ait fonksiyon haritalarının oluşturulmasında, modellerin çözümü sonucunda belirlenen fonksiyonlar ile daha önceden belirlenen doğa koruma alanları, sosyal baskılı alanlar, tarihi ve kültürel varlıkları koruma alanları, tarım ve mera alanları 14 başlıkta kodlanmıştır (Tablo 37).

Tablo 37. Fonksiyon haritasının oluşturulmasında meşcerelerin kodlanması

Fonksiyon Kod No	Meşcerelerin Göreceği Fonksiyon/Fonksiyonlar
1	Odun Üretimi
2	Toprak Erozyonunu Önleme
3	Su Üretimi
4	Odun Üretimi + Toprak Erozyonunu Önleme
5	Odun Üretimi + Su Üretimi
6	Toprak Erozyonunu Önleme + Odun Üretimi
7	Su Üretimi + Odun Üretimi
8	Toprak Erozyonunu Önleme + Su Üretimi
9	Su Üretimi + Toprak Erozyonunu Önleme
10	Sosyal Baskılı Alanlar
11	Tarihi ve Kültürel Varlıkları Koruma Alanları
12	Doğa Koruma Alanları
13	Mera Alanları
14	Tarım Alanları

Sadece odun üretimi amacı için ayrılan meşcereler "1" ile, sadece toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılan meşcereler "2" ile, sadece su üretimi amacı için

ayrılan meşcereler de "3" ile kodlanmıştır. Birden fazla fonksiyonu görece meşcerelerin kodlanmasında; fonksiyonlar için model çözümleri sonucunda gerçekleşen alan ayrımları dikkate alınmıştır. Alanı daha büyük olan fonksiyon birinci sıraya yazılmıştır. Örneğin; 178 meşcere nolu LKnc2 meşceresi toplam alanı 16.4 hektardır. Model 1 sonucunda 12.3 hektarı odun üretimi, 4.1 hektarı da toprak erozyonunu önleme amacı için ayrılmıştır. Bu meşcere, odun üretimi + toprak erozyonunu önleme fonksiyon kombinasyonunda "4" ile kodlanmıştır.

Araştırma alanında yer alan üç işletme sınıfı için model çözümleri sonucunda elde edilen bulgulara göre bu kodlar meşcerelere ayrı ayrı girilmiştir. İşletme sınıflarına göre her model için meşcerelere girilen bu kodlar birleştirilerek araştırma alanı orman Fonksiyon haritaları elde edilmiştir. Ladin işletme sınıfı için 3 adet, kayın işletme sınıfı için 5 adet ve kızılğaç işletme sınıfı için 5 adet olmak üzere toplam 75 değişik (3x5x5) seçenek oluşturulmuştur. Bunlardan her işletme sınıfı için 3 nolu modeller bir araya getirilerek elde edilen fonksiyon haritası ekte verilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu araştırmada, çok amaçlı bir orman amenajman plan yapım süreci ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çok amaçlı planlamanın alt yapısı olan orman fonksiyonları sayısal olarak ortaya konmuştur. Fonksiyonlara bağlı envanterin gerçekleştirilmesinde geçici ve devamlı örnekleme alanları alınmıştır. Örnekleme alanlarının alınmasından yararlanmanın düzenlenmesine kadar yapılan hesaplamalarda coğrafi bilgi sistemi teknolojisi ve uygulama yazılımlarından yararlanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile araştırma alanının coğrafi veri tabanı kurulmuştur.

Meşcerelerin hasılat ve büyüme ilişkileri modellenerek ortaya konmuştur. Bu amaçla kayın ve kızılağaç için daha önceden yapılan hasılat tabloları kullanılabilirken, ladin ağaç türü için Akalp (1978) tarafından yapılmış olan hasılat tablosu kullanılmamıştır. Bu nedenle, çalışma kapsamına yapılan fonksiyonel envanter çalışması verileri ile değişik sıklık derecelerine göre ladin hasılat tablosu geliştirilmiştir.

Ülkemizde özellikle son yıllarda fonksiyonel planlama adı altında yapılan çalışmalarda, orman fonksiyonlarının belirlenmesinden etanın saptanmasına kadar olan işlemler sezgisel olarak yapılmaktadır. Çok amaçlı planlamadan söz edilmesine karşın, böyle bir planlama çalışması yapılmamıştır. Yaratıcı düşünceden yoksun olan, denemeyanılmaya dayanan sezgisel karar vermede, bir sistemin tüm unsurlarını tanımak ve optimal karar vermek mümkün değildir. Bu alışma ile orman fonksiyonları (odun üretimi, toprak koruma ve su üretimi) sayısal olarak belirlenerek birden fazla amacın aynı anda temsil edilebildiği çok amaçlı planlama modelleri geliştirilmiştir. Modellerin oluşturulması sırasında meşcere tipleri yerine bölmecikler esas alınarak, meşcere bazında çok amaçlı planlama gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, fonksiyonların belirlenmesinde ve çok amaçlı planlamada yöneylem araştırması tekniklerinden amaç programlama yöntemi kullanılmıştır. Amaç programlama ile odun üretimi, toprak koruma (erozyonu nleme) ve su üretimi gibi her üç orman fonksiyonu, işletme amacı gibi ele alınmış ve çok amaçlı planlama bir modeli kurulmuştur. Amaçlar için formülasyon sayısal olarak yapılmıştır.

Çok amaçlı planlama modellerinin oluşturulmasında ve modellerin üzümünde mevcut bilgisayar yazımları yeterli olmamıştır. Bu nedenle, en gelişmiş nesne tabanlı

bilgisayar programlama dillerinden biri olan Delphi ile çok boyutlu matrisleri çözebilecek şekilde bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

Bu araştırma ile K.T.Ü. Orman Fakültesi Araştırma Ormanını oluşturan Ormanüstü Planlama Biriminden elde edilecek odun ve su üretimi miktarının arttırılmasını ve toprak erozyonu miktarının azaltılmasını amaçlayan çok sayıda alternatif modeller geliştirilmiştir. Bunlar arasından en uygun ladin işletme sınıfı için üç, kayın ve kızılğaç işletme sınıfları için beşer adet çok amaçlı planlama modeli geliştirilmiştir ve çözülmüştür. Modellerin çözümlerine göre;

Ladin işletme sınıfı için oluşturulan modellerden, model 1'de 2481.5 hektar, model 2'de 2553.9 hektar ve model 3'te ise 2564.6 hektar odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Toprak koruma (erozyonu önleme) amacı için model 1'de 474.8 hektar, model 2'de 317.5 hektar ve model 3'te 293.8 hektar alan ayrılırken, model 1'de 7.5 hektar, model 2'de 92.4 hektar ve model 3'te de 105.4 hektar alan su üretimi amacı için ayrılmıştır.

Model 1'de 596011 m³ eta elde edilirken, Model 2'de 594468 m³, Model 3'te de 613090 m³ eta elde edilmiştir. Model 1'de 24079 ton toprak erozyonu olurken, Model 2'de 26975 ton, model 3'de de 22870 ton toprak erozyonu olmuştur. Model 1'de 12550 ton gerçekleşen su üretimi, Model 2'de 22833 ton, Model 3'te de 12941 ton olarak gerçekleşmiştir.

Kayın işletme sınıfı için eta, toprak koruma ve su üretimi amaç kombinasyonlarından oluşan 5 adet model geliştirilmiştir. Model 1'de 490 hektar alan odun üretimi amacı için ayrılırken, Model 2'de 309.9 hektar alan, model 3'te 470.7 hektar alan, model 4'te 383.1 hektar alan ve Model 5'te 300.2 hektar alan odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Toprak koruma amacı için Model 1'de hiç alan ayrılmazken, model 2'de 153.9 hektar, Model 3'te 2.9 hektar, model 4'te 106.9 hektar, model 5'te 156.8 hektar alan ayrılmıştır. Su üretimi amacı için Model 1 ve Model 4'te hiç alan ayrılmazken, Model 2'de 26.2 hektar, model 3'te 16.4 hektar ve Model 5'te 33 hektar alan ayrılmıştır.

Model 1'de 189252 m³ eta elde edilirken, Model 2'de 140468 m³, Model 3'te 190537 m³, Model 4'te 183853 m³, Model 5'te 139276 m³ eta elde edilmiştir. Model 1'de 4160 ton toprak erozyonu olurken, model 2'de 3969 ton, Model 3'te 4175 ton, model 4'te 3953 ton ve Model 5'te de 4266 ton toprak erozyonu olmuştur. Model 1 ile 2237 tonluk bir su üretimi gerçekleşirken, model 2 ile 1997 ton, Model 3 ile 2264 ton, Model 4 ile 2031 ton ve Model 5 ile de 2630 tonluk su üretimi gerçekleşmiştir.

Kızılağaç işletme sınıfı için geliştirilen 5 adet modelden, Model 1'de odun üretimi amacı için 91.2 hektarlık alan ayrılırken, Model 2'de 90.7 hektar alan, Model 3'te 92.8 hektar alan, Model 4'te 89.6 hektar alan ve Model 5'te 51.5 hektar alan odun üretimi amacı için ayrılmıştır. Toprak koruma amacı için Model 1'de 4.4 hektar alan, Model 2'de 4.9 hektar alan, Model 3'te 2.8 hektar alan, Model 5'te 44.1 hektar alan ayrılırken, Model 4'te hiç alan ayrılmamıştır. Su üretimi amacı için ise, sadece Model 4'te 6 hektarlık bir alan ayrılmıştır.

Kızılağaç işletme sınıfı için geliştirilen modellerden Model 1 ile toplam 20846 m³'lük bir eta elde edilirken, Model 2 ile 20427 m³, Model 3 ile 21099 m³, Model 4 ile 19279 m³ ve Model 5 ile 11749 m³ eta elde edilmiştir. Model 1'de 945 tonluk toprak erozyonu gerçekleşirken, Model 2'de 940 ton, Model 3'te 947 ton, Model 4'te 954 ton ve Model 5'te de 845 ton toprak erozyonu gerçekleşmiştir. Modellere göre gerçekleşen su üretim miktarlarına gelince; Model 1 ile 503 ton, Model 2 ile 500 ton, Model 3 ile 509 ton, model 4 ile 513 ton ve Model 5 ile 499 ton su üretimi gerçekleşmiştir.

Ladin işletme sınıfı için geliştirilen 3 modelden en yüksek odun üretimi, toprak koruma amacının birinci öncelikte odun üretiminin ikinci öncelikte yer aldığı ve odun üretimi amacı için en fazla alanın ayrıldığı model 3'te elde edilmiştir. En fazla toprak erozyonu, toprak koruma amacının ikinci öncelikte yer aldığı model 2'de gerçekleşirken, su üretimi amacı hiç modelde yer almamasına karşın, bu amaç için tüm modellerde belli bir alan ayrılmıştır.

Kayın işletme sınıfı için geliştirilen modeller arasında en yüksek odun üretimi, sadece odun üretimi amacının yer aldığı model 3'te gerçekleşmiştir. Model 1'de de tek amaç odun üretimi olup, bu amaç için alanın tamamının ayrılmasına karşın model 3'ten daha az eta elde edilmiştir. En düşük toprak erozyonu miktarı, toprak koruma amacının ikinci öncelikte olduğu model 4'te gerçekleşirken, en yüksek su üretimi de model 5'ten sağlanmıştır.

Kızılağaç işletme sınıfı için en yüksek odun üretimi model 1'den elde edilmiştir. En düşük toprak erozyonu miktarı, toprak koruma amacının birinci öncelikte yer aldığı model 5'te gerçekleşirken, en yüksek su üretimi miktarı ise su üretimi amacının ikinci öncelikte olduğu model 4'ten elde edilmiştir.

Sadece odun üretiminin amaçlandığı klasik planlarda toprak erozyonunu önleme ve su üretimi fonksiyonları göz ardı edilmiştir. Geliştirilen planlama modelinde ise, toprak erozyonunu önleme veya su üretimi 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 en uygun olanı seçebilir. Klasik planlarda ise tek bir seçenek ve amaç söz konusudur.

Çok amaçlı bir planlama yapılması, amaçların sayısallaştırılmaları, amaçlara öncelik ve ağırlık verilmesi ile mümkündür. Bu da ancak yöneylem araştırmaları tekniklerinden optimal sonuca götüren amaç programlama ile gerçekleştirilebilir. Böylece karar verme bilimsel yönetime dayandırılmıştır.

Bugüne kadar yapılan planlama çalışmalarında, meşcere tipleri esas alındığından meşcerelerin konumları göz ardı edilmiştir. Herhangi bir meşcere tipi için verilecek olan ara hasılat veya son hasılat etasının alandaki hangi meşcerelerden alınacağı belli olmamaktadır. Ayrıca, meşcerelerin alacakları fonksiyon değerlerinin konumlarına (eğim, bakı, yükselti, toprak özellikleri) göre değişeceği gerçeği, meşcere tipi bazında planlama ile dikkate alınmamış olmaktadır. Çalışmada geliştirilen çok amaçlı planlama modelinde, meşcere tipi değil da meşcereler baz alındığından bu sakıncalar giderilmiş ve planların uygulanabilirliği daha da gerçekçi olmuştur.

Çok amaçlı planlama çalışmalarında, planlama biriminin bir bütün olarak ele alınması gerekir. Oluşturulan modellerde planlama biriminde yer alan tüm meşcereler herhangi bir ayrıma gidilmeksizin aynı anda modelde yer almalıdırlar. Ancak böyle bir modelde çok sayıda meşcere yer alacağından oluşacak matris boyutu da oldukça büyüyecektir. Bu şekilde oluşturulacak bir modelin çözümü için çok yüksek kapasiteli bilgisayar donanımlarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu çalışma sırasında, mevcut bilgisayar donanımımızın, çalışma alanının bir planlama birimi olarak ele alınması durumunda ortaya çıkacak matris boyutunu çözebilecek kapasitede olmaması, planlama biriminde ağaç türlerine göre işletme sınıfı ayırımına neden olmuştur. Böylece, modeller her işletme sınıfı için ayrı ayrı çözülmüştür.

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 sürecinde kısaltılmış ve kolaylaştırılmıştır. Ayrıca kurulan bu bilgi sistemiyle veri güncelleme kolaylıkla ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

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

Fonksiyonel planlama adı altında şu ana kadar yapılan çalışmalarda, fonksiyonların belirlenmesinde ve planlamada daha çok sezgisel yaklaşımlar kullanılırken, bu çalışmada ilk kez olarak bilimsel karar verme yöntemleri (yöneylem araştırması teknikleri) kullanılarak çok amaçlı yararlanma gerçekleştirilmiştir. Bu açıdan çalışma, ülkemiz ormancılığının önemli eksikliklerini gidermektedir.

Bu çalışma, Türkiye ormancılığının çok amaçlı planlama aşamasına artık girdiğini göstermekte ve bundan sonraki aşama olan "ekosistem amenajmanı" yaklaşımı için de bir açılım olduğu görülmektedir.

Bu çalışma ile birden fazla orman amenajmanı plan seçeneği (75 adet) oluşturulmuştur. Orman işletmecisi bu seçeneklerden, kendi istek ve durumuna göre birini tercih edebilmektedir. Bu şekilde Türkiye ormancılığı için alternatifler üretebilen ve ardından en iyisine karar veren, tüm bunları bilimsel yaklaşımlara dayandıran bir çok amaçlı planlama süreci tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bu plan seçeneklerinin her biri meşcere bazında kesin bilgiler verdiklerinden uygulanabilirlikleri son derece yüksektir. Bu bakımdan çalışmanın uygulamaya olan katkısı açıkça görülmektedir. Ayrıca, envanter yapılıp, envanter verileri bilgilere dönüştürülürken, plan yapılırken tamamıyla bilgisayar teknolojisinin kullanılması hem zaman hem de emek kaybını ve aynı zamanda olası hataları önlemesi açısından önemlidir.

5. ÖNERİLER

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. Böylece çalışma kapsamında odun üretimi, toprak erozyonunu önleme ve su üretimi olarak ele alınan orman fonksiyonlarının sayısı arttırılabilir. Bu değerler, çeşitli ormancılık disiplinleri ile eşgüdüm sağlanarak yapılacak fonksiyonel envanter çalışmaları ile elde edilmelidir. Bu bağlamda, orman işletmelerindeki bilgi akışını sağlayacak orman bilgi sistemi kurulmalıdır. Böylece uygulanabilirliği ve doğruluğu yüksek çok amaçlı amenajman planlarının düzenlenebilmesi yanında, plan uygulamalarının denetlenmesi ve gelecek dönemlerde yapılacak planlama çalışmalarının daha sağlıklı yürütülmesi sağlanacaktır. Orman İşletme Şeflikleri, Orman İşletme Müdürlükleri, Orman Bölge Müdürlükleri ile Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı arasında bilgisayar ağı kurulmalıdır. Bunun için gerekli donanım, yazılım ve hizmet içi eğitim sağlanmalıdır.

Fonksiyonel planlamada kullanılacak verilerin depolanmasında, işlenmesinde ve sonuçların sunulmasında, günümüz bilgisayar teknolojisinin en önemli gelişmesi olarak kabul edilebilecek Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak, uzun zaman ve emek gerektiren işlemler daha hızlı, daha yüksek doğrulukta ve daha az emekle gerçekleştirilebilir. Ayrıca mevcut verilerin güncelleştirilmesi de daha hızlı bir şekilde yapılabilecektir. Orman fonksiyonlarına ilişkin sayısal veriler uzaktan algılama çalışmaları ile elde edilebilir.

Geliştirilen modelde, sosyo-ekonomik analizler yapılamamıştır. Bunun nedeni, işin büyüklüğü değil, modele girdi sağlayacak verilerin üretilemeyişidir. Bu verilerin elde edilmesiyle daha gerçekçi planlama modelleri geliştirilebilecektir. Ayrıca, model çözümleri sonucunda elde edilen etanın ürün çeşitlerine dağılımına yer verilmemiştir. Ancak, ağaç türlerine göre ürün çeşitleri tabloları bilgisayar programına girildiği takdirde,

programda yapılacak düzeltmelerle plan dönemleri etalarının ürün çeşitlerine dağılımı da elde edilebilecektir.

Çalışmada verilerin büyüklüğü ve mevcut bilgisayar kapasitesinin yetersizliğinden dolayı planlama birimi ladin, kayın ve kızılğaç olmak üzere üç işletme sınıfı olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Ancak, gerek çok amaçlı planlamada ve gerekse bunun bir ileri aşaması olan ekosistem planlamada bütünsel yaklaşım esas alındığından planlama biriminin bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

Ülkemizdeki hasılat tablolarının tamamı (kızılçam hariç) müdahale görmemiş doğal meşcereler için düzenlenmiştir. Oysa, ülkemiz ormanlarının büyük çoğunluğu müdahale görmüş meşcerelerden oluşmaktadır. Bu nedenle çok amaçlı planlama çalışmalarında meşcere gelişimlerini ortaya koymak için, bu çalışmada ladin ağaç türü için lokal olarak yapıldığı gibi, özellikle asli ağaç türlerimize ait büyüme modellerinin öncelikle geliştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de ormancılık çalışmalarında, planlamanın yapılması için, bu çalışmada sergilendiği gibi artık "Model Programlar" geliştirilip kullanılması gerekmektedir. Çalışmada geliştirilen ÇAPMOD modeli bu tür çalışmalarda kullanılabilir.

Orman amenajmanı planlama sürecinin dünyadaki seyrine bakıldığında çok amaçlı planlama aşamasından sonra ekosistem planlama gelmektedir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda amaç, ekosistem planlama olmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akalp, T., 1978, Türkiye'deki Doğu Ladini Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No: 261, İstanbul, 145 s.
- Akalp, T., 1982, Simülasyon Tekniği ve Meşcere Modelleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 32, 166-172.
- Altan, M. O., Can, Z. C., 1991, Türkiye'de Bilgi Sistemlerinin Kurulmasıyla İlgili Bazı Sorunlar ve Uygulamalar, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi, 70, 35 - 42.
- Altun, L., 1995, Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Orman Üstü Serisinde Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Asan, Ü., 1983, Orman Amenajmanında Kullanılan Simülasyon Yöntemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 33, 1, 298-310.
- Asan, Ü., Şengönül, K., 1987, Orman Formlarının Fonksiyonel Açısından Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Seri B, 37, 4, 52-67.
- Asan, Ü., 1989, Akdeniz Orman Kullanım Projesi ve Model Planlar, Doğu Akdeniz Ormancılığı Sempozyumu, Mersin, Bildiriler Kitabı, 105-113.
- Asan Ü., 1990, Orman Kaynaklarının Çok Amaçlı Kullanımı ve Fonksiyonel Planlama, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 40, 3, 67-84.
- Asan, Ü., 1992, İşletme Sınıfı Ayrımında Fonksiyonel Yaklaşım, Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı 5, 30-31
- Asan. Ü., 1992, Orman Amenajmanında Fonksiyonel Planlama ve Türkiye'deki Uygulamalar. Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, Ankara, Bildiriler Kitabı, 181-196.
- Asan, Ü., 1993 Orman Amenajmanında Model Plan Düşünceleri ve Son Uygulama Örnekleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 43, 1-2, 31-44.
- Asan, Ü., Yeşil, A., Destan, S., 1997, The Role of Functional Planning in the Rational Usage of Forest resources, XI. World forestry Congress, Antalya, Papers, Volume 5, 301.

- Asan, Ü., 1999, Orman Kaynaklarının Çok Amaçlı Kullanımı ve Planlama Sistemleri, Ormanların Çok Amaçlı Olarak Planlanması Semineri, Bolu, Bildiriler Kitabı, 33-40.
- Asan, Ü., 1999, Orman Fonksiyonlarının Haritalanması ve İşletme Sınıfı Ayrımı, Ormanların Çok Amaçlı Olarak Planlanması Semineri, Bolu, Bildiriler Kitabı, 41-49.
- Asan, Ü., 1999, Çok Amaçlı Faydalanma Prensiplerine ve Ormanların Fonksiyonlarına Göre Uygulanacak Silvikültür Tekniği, Ormanların Çok Amaçlı Olarak Planlanması Semineri, Bolu, Bildiriler Kitabı, 50-57.
- Asan, Ü., 2001, Orman Fonksiyonlarının Sınıflandırılması ve Haritalanması, Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesi-Haritalanması Toplantısı, Ankara, Toplantı Notu, 8 s.
- Balcı, N., 1996, Torak Koruması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No: 439, İstanbul, 490 s.
- Banger, G., Yomralıoğlu, T., Cömert, Ç., Çelik, K. ve Demir, O., 1994, Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 1 - 10.
- Başkent, E. Z., 1995, Forest Lanscape Management: Concept And Practise, Phd Thesis, Faculty Of Forestry, University Of New Brunswick, Fredericton.
- Başkent, E. Z., 1996, Orman Amenajmanında Hiyerarşik Planlama Süreçleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Güz Yarıyılı Seminerleri, Seminer Serisi No: 1, Trabzon, 45-i,51.
- Başkent, E.Z., 1999, Ekosistem Amenajmanı ve Biyolojik Çeşitlilik, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, Ek Sayı, 353-363.
- Başkent, E. Z., Wightman, A.R., Jordan, G.A., Zhai, Y., 2001, Object-Oriented Abstraction of Contemporary Forest Management Design, Ecological Modelling, in press.
- Batu, F., Kapucu, F., 1995, Doğu Karadeniz Bölgesi Kızılağaç Meşcerelerinde Bonitet Endeksi ve Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, Trabzon, 349-362.
- Boiling, K.C., Murphy, D., Goodwin, M. and Sullivan, M. D., 1996, Landscape Management in Idoha, Journal of Forestry, 2, 16-20.

- Bottoms, K., Bartlett, E., 1975, Resource Allocation Through Goal Programming, *Journal of Range Management*, 28, 6, 442-447.
- Carus, S., 1998, Aynıyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çetin, N., Efendioğlu, M. ve Zık, T., 1992, Türkiye’de Orman Amenajmanı’nın Dünü ve Bugünü, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, Ankara, Bildiriler Kitabı, 17 - 28.
- Chang, S., Buongiorno, J., 1981, A Programming Model for Multiple Use Forestry, *Journal of Environmental Management*, 13, 1, 45-58.
- Cisseel, J. H., Swanson, F. J., Mckee, W. A. And Burdit, A. L., 1994, Using the Past to Plan the Future in the Pacific Northwest, *Journal of Forestry*, 8, 30-31.
- Davis, L., Johnson, N., 1987, *Forest Management*, Third Edition, McGraw-hill Book Co., New York.
- Eraslan, İ., 1980, Türkiye’de Ormanın Çok Çeşitli Fonksiyonlarına Dayanılarak Devlet Orman İşletmelerinde Amaçların Saptanması, Türkiye’de Ormancılık Gelişiminin Güncel Sorunları Semineri, Bolu-Aladağ, Bildiriler ve Tartışma Özetleri, 43-58.
- Eraslan, İ., 1981, Aynı Yaşlı Ormanların Optimal Kuruluşlara Götürülmesinde Kullanılabilecek Artım yüzdeleri Simülasyon Yöntemi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No: 289, İstanbul, 38 s.
- Eraslan, İ., 1982, Orman Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını, No: 318, İstanbul, 582 s.
- Eraslan, İ., Şad, H. C., Çetin, N. ve Yılmaz, M., 1993, Ormanların Korunması, Planlanması ve İşletilmesi Ön Çalışma Grubu Raporu, I. Ormancılık Şurası, Ankara, Bildiriler Kitabı, Cilt III, 1 - 16.
- Field, D., Goal Programming for Forest Management, *Forest Science*, 19, 2 (1973) 125-135.
- Gül, A. U., 1998, Orman Amenajmanında İşlevsel Planlamanın Doğrusal Programlama ile Gerçekleştirilmesi, Yayınlanmamıştır, Trabzon.
- Günay, T., 1995, Orman Ormansızlaşma Toprak ve Erozyon, T.E.M.A.. Yayınları, No: 1, 145s.

- Halaç, O., 1982, İşletmelerde Simülasyon Teknikleri, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayını, No: 130, İstanbul, 233s.
- Ignizio, J. P., 1976, Goal Programming and Extensions. Lexington Books, D.C. Heath and Company Lexington, Massachusetts. Toronto, 226 s.
- Kahveci, G., 1992, Türkiye'nin Kuzeybatısında, Deneme Mahiyetinde Yapılan Orman Fonksiyonları Haritalandırılması, Orman Fonksiyonları Haritacılığı Semineri, Ankara, Bildiriler Kitabı, 40-51.
- Kalıpsız, A., 1967, Yöneylem araştırmaları ve Ormancılık Araştırmalarına Uygulanış Örnekleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 1, 14-29.
- Kalıpsız, A., 1982, Orman Hasılat Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 328, İstanbul, 349 s.
- Kapucu, F., 1996, Orman Amenajmanı (Temel Kavramlar), Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, Artvin, 152s.
- Kapucu, F., 1997, Orman Amenajmanı Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 150 s. (Basılmamış).
- Kangas, J., 1992, Multiple-Use Planning of Forest Resources by Using The Analytic Hierarchy Process, Scandinavian Journal of Forest Research, 7, 2, 259-268.
- Kangas, J., Pukkala, T., 1992, A Decision Theoretic Approach Applied to Goal Programming of Forest Management, Silva Fennica, 26, 3, 169-176.
- Kangas, J., 1993, A Multiple-Attribute Preference Model For Evaluating The Reforestation Chain Alternatives Of A Forest Stand, Forest Ecology and Management, 59, 3-4, 271-288.
- Kooten, G. Van, 1995, Modeling Public Forest Land Use Tradeoffs on Vancouver Island, Journal of Forest Economics, 1, 2, 191-217.
- Köse, S., 1982, Yöneylem Araştırması ve Doğrusal Programlama, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 3, 2, 295-310.
- Köse, S., 1984, Amaç programlama, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 7, 1, 73-83.
- Köse, S., 1985, Orman İşletmelerinde Uzun Süreli ve Çok Amaçlı Planlama, X. Ulusal Yöneylem Araştırması Kongresi, İzmir, Bildiriler Kitabı, 90-99.

- Köse, S., 1986, Orman İşletme Planlarının Hazırlanmasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanakları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Köse, S., 1994, Doğu Karadeniz Ormanlarında Fonksiyonel Planlamanın Önemi, 4. Ulusal Bölge Bilimi / Bölge Planlama Kongresi, Bildiriler Kitabı, Trabzon, 275-282.
- Lee, Y. G., Zhang, G. Y., 1989, Developments of Geographic Information Systems Technology, Journal of Surveying Engineering, 115, 3, 304 - 323.
- Liu, G., Davis, L., 1995, Interactive Resolution of Multi-Objective Forest Planning Problems With Shadow Price and Parametric Analysis, Forest Science, 41, 3, 452-469.
- Lonergan, S., 1985, A Multi-Objective Optimization Model for Renewable Energy Resource Management, Resource Management and Optimization, 3, 3, 261-279.
- Maguire, D. J., 1992, Goddchild, M. F., Rhind, D. W., Geographical Information Systems Principles and Applications, Cilt I, Longman, New York.
- Mendoza, G., Bare, B., Campell, G., 1987, Multiobjective Programming For Generating Alternatives: A Multiple-Use Planning Example, Forest Science, 33, 2, 458-468.
- Mendoza, G.A., 1988, Multiobjective programming Framework for Integrating Timber and Wildlife Management, Environmental Management, 12, 2, 163-171.
- Mendoza, G., Sprouse, W., 1989, Forest Planning and Decision Making Under Fuzzy Environments: an Overview And Illustration, Forest Science, 35, 2, 481-502.
- Mısır, M., 1995, Orman Amenajman Planı Haritalarının CBS ile Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Muckenfus, E., 1994, Cooperative Ecosystem Management in the ACE Basin, Journal of Forestry, 8, 35-36.
- Oblak, L., Tratnik, M., Stirn, L., Rupnik, V., 1997, Selecting of Optimal Economic and Ecological Decisions In Timber Industry Systems by Fuzzy Goal Programming, SOR 97, Proceedings Of The 4th International Symposium On Operational Research In Slonemia, Preddvor, Slovenia, Papers, 245-249.
- OGM., 1982, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Ormanüstü Planlama Birimi Amenajman Planı, Ankara.

- Öztan, Y., Çevre Kirlenmesi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No : 65, Trabzon, 1985.
- Pukkala, T., kangas, J., 1993, A Heuristic Optimization Method for Forest Planning and Decision Making, Scandinavian Journal of Forest Research, 8, 560-570.
- Rustagi, K. P., 1978, Forest Management Planning for Timber Production: A Segueental Approach, Yale univ. 80 s.
- Sarbanoğlu, H., 1989, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 103, 20 - 32.
- Soykan, B., 1979, Aynıyaşlı Ormanların Aktuel Kuruluşlarının Optimal Kuruluşa Yaklaştırılmasında Yöneylem Araştırması Yöntemlerinden Yararlanma Olanaklarının Araştırılması, KTÜ Orman Fakültesi Yayını, No : 106/5, Trabzon, 156s.
- Taştan, H., 1991, Coğrafi Bilgi Sistemleri - Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul.
- Tewari, D. D. and Campbell, J. Y., 1995, Devolving and Sustaining Non-Timber Forest Products: Some Policy Issues and Concerns with Special Reference to India, Journal of Sustainable Forestry, Vol. 3, 1, 53-79.
- Turner, J., 1974, Allocation of Forest Management Practices on Public Lands, Annals of Regional Science, 8, 2, 72-88.
- Yavuz, H., 1992, Değişikyaşlı Meşcerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi ile Analiz Edilmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yolasıgımaz, H. A., 1998, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Fonksiyon Haritalarının Hazırlanması Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Örnekleme alanlarının bazı özellikleri

Örnekleme Alanı No	Örnekleme Alanı Tipi	Meşcere Tipi	Örnekleme Alanı Büyüklüğü (m ²)	Bakısı (360°/8)	Yükseltisi (m)	Eğimi (°)
99	1	Lcd1	800	1	750	37,0
102	1	Lc2	400	1	750	
125	2	Lc3	400	1	850	33,0
126	2	Lc2	400	1	850	40,0
128	2	Lb3	400	1	850	51,0
129	2	Lcd3	400	2	850	29,0
152	1	Lcd2	600	1	900	37,0
154	1	Ld3	400	1	900	32,0
155	1	Lcb3	400	1	950	
157	1	Lc3	400	1	900	39,0
184	2	Lc3	400	1	1000	38,0
185	2	Lc3	400	2	1050	27,0
187	2	Lc3	400	1	1000	28,0
211	1	Lc3	400	1	1050	22,0
215	1	Lc3	400	1	1050	28,0
216	1	Lbc3	400	1	1050	30,0
240	1	Ld1	400	2	1200	19,0
307	2	Lc3	400	7	1400	19,0
325	1	Lb2	200	8	850	32,0
358	1	Lb3	200	1	900	27,0
372	2	Lcd2	600	7	1250	36,0
391	1	Lbc3	200	8	1000	25,0
402	1	Lcd2	600	3	1250	23,0
425	1	Lb3	200	1	1050	26,0
441	2	Lcd3	400	1	1450	18,0
458	1	Lb3	200	1	1050	30,0
473	1	Lcd3	600	7	1350	30,0
493	2	Lbc3	400	6	1650	30,0
494	2	Lc3	400	1	1750	15,0
525	1	Lc3	400	6	1600	30,0
588	1	Lbc3	400	6	1700	26,0
597	1	Ldc3	400	5	1600	32,0
598	1	Lcd3	400	5	1600	25,0
601	2	Lc3	400	4	1450	16,0
602	2	Lb3	400	5	1450	42,0
618	2	Lcd2-3	400	5	1600	26,0
619	2	Lbc3	400	6	1650	31,0

Ek Tablo 1 devamı. Örnekleme alanlarının bazı özellikleri

Örnekleme Alanı No	Örnekleme Alanı Tipi	Meşcere Tipi	Örnekleme Alanı Büyüklüğü (m ²)	Bakısı (360°/8)	Yükseltisi (m)	Eğimi (°)
620	2	Lcd3	400	6	1750	23,0
621	2	Lc3	400	2	1800	30,0
631	2	Lcd3	400	5	1450	33,0
632	1	Lcd3	400	4	1400	34,0
649	1	Lc2	400	8	1750	11,0
650	1	Lcd2	400	7	1850	25,0
678	2	Ld3	600	8	1800	21,0
679	2	Lc2	400	8	1850	25,0
707	1	Lcd3	400	8	1850	24,0
708	1	Lcb3	400	8	1950	23,0
735	2	Lc2	600	1	1850	
763	1	Lcd2	600	7	1750	
765	1	Lbc1	800	1	1950	
853	1	Lbc3	400	1	2000	
882	1	Lbc3	400	7	2000	
907	2	Lcd3	400	1	1750	30,0
910	1	Lcd3	600	7	1850	
914	2	Ld3	400	1	1850	32,0
942	1	Ld3	400	3	1950	28,5
943	1	Lc3	400	2	1800	21,0
964	2	Ld3	600	1	1850	
966	1	Lcd3	400	8	1850	20,0
970	2	Lc2	600	3	1950	19,0
993	1	Lcd3	400	2	1900	26,0
994	2	Lcd3	400	8	1850	15,0
995	2	Lcd3	400	8	1900	26,0
999	1	Lc2-3	600	3	1950	22,0
1002	1	Lbc3	400	8	1600	23,0
1003	1	Lc3	400	3	1650	28,0
1011	1	Lbc3	400	2	1100	28,0
1021	2	Lcd2-3	600	7	1800	20,0
1022	2	Lcd2-3	600	7	1950	5,0
1023	1	Lcd3	400	8	1900	19,0
1024	1	Lcd3	400	1	1950	15,0
1029	2	LGd2	400	4	1850	21,0
1040	1	Lbc3	400	4	1100	32,0
1051	1	Lbc3	400	7	1900	23,0
1058	1	Lc2	400	2	1850	22,0
1060	1	Lcd2	400	1	1800	36,0
1080	2	Lcd2	600	7	1950	25,0
1087	2	Lb2	400	2	1900	23,0

Ek Tablo 1 devamı. Örnekleme alanlarının bazı özellikleri

Örnekleme Alanı No	Örnekleme Alanı Tipi	Meşçere Tipi	Örnekleme Alanı Büyüklüğü (m ²)	Bakısı (360°/8)	Yükseltisi (m)	Eğimi (°)
1088	2	Lcb3	200	2	1850	21,0
1094	1	Lcd3	600	1	1400	30,0
1096	1	Lcd2	400	1	1800	38,0
1105	1	Lc2	400	8	1700	26,0
1106	1	Lbc2	400	7	1850	47,0
1107	1	Lbc3	400	1	1850	30,0
1109	1	Lcd3	400	7	1400	28,0
1131	2	Lbc2	400	1	1900	35,0
1132	2	Lcb3	400	2	1800	33,0
1133	2	Lcd3	400	1	1750	41,0
1134	2	Lbc3	400	1	1850	4,0
1135	2	Lcd3	400	7	1850	26,0
1136	2	Lcd3	400	8	1950	27,0
1140	1	Lcd3	400	1	1950	28,0
1141	1	Lbc3	400	2	1850	36,0
1142	1	Lbc2	600	1	1800	36,0
1145	1	Lcd2	600	7	1800	44,0
1146	1	Lbc3	400	1	1900	14,0
1147	1	Lcd2	600	8	1900	30,0
1148	1	Lc3	400	8	2000	24,0
1151	2	Lcd3	400	1	1950	23,0
1154	2	Lc3	400	1	1850	38,0
1157	2	Ldc2-3	600	8	1800	23,0
1158	2	Ldc3	400	1	1900	17,0
1159	2	Lcd3	400	1	1900	19,0
1160	2	Lcd3	400	7	2000	
1161	1	Lc3	400	8	1950	10,0
1168	1	Ldc2-3	600	1	1850	
1169	1	Lcd3	400	7	1900	20,0
1170	1	Lcd3	600	1	1950	15,0
1171	1	Lcd3	400	8	2000	18,0
1174	1	Lc1-2	600	8	2100	23,0
1180	2	Lc3	400	8	1900	27,0
1181	2	Lcd3	600	1	1950	16,0
1182	2	Lcd3	400	8	2000	13,0
1191	1	Lbc3	400	7	1900	35,0
1192	1	Lcd3	400	8	1950	15,0
1193	1	Lc3	400	8	2000	8,0
1202	2	Lcd3	400	7	1900	0,0
1204	2	Lc3	400	1	2000	23,0
1213	1	Lcd2	600	7	1900	22,0

Ek Tablo 1 devamı. Örnekleme alanlarının bazı özellikleri

Örnekleme Alanı No	Örnekleme Alanı Tipi	Meşcere Tipi	Örnekleme Alanı Büyüklüğü (m ²)	Bakısı (360°/8)	Yükseltisi (m)	Eğimi (°)
1214	1	Lcd3	400	8	2000	13,0
1215	1	Lcd3	400	1	2100	27,0
1224	2	Lcd2	400	7	1900	26,0
1225	2	Lcd3	400	6	2000	18,0
1236	1	Lbc3	400	6	2000	26,0
1246	2	Lcd2	800	7	1850	27,0
1247	2	Lcd1	800	6	1950	23,0
1248	2	Lcd2	400	6	2000	15,0
1257	1	Lcd2	600	1	1900	19,0
1258	1	Ldc3	400	8	1900	14,0
1259	1	Lcd2	400	7	2050	20,0
1269	2	Ldc1-2	800	1	1950	18,0
1270	2	Lcd2	400	7	2000	27,0
1276	1	Ldc3	400	7	1950	16,0
1277	1	Lbc2	400	1	2000	22,5

Ek Tablo 2. Araştırma alanı meşcereleri artım ve aralama matrisleri

Meş. Kodu	Meşcere Tipi	Artım Matrisleri (m ³ /ha)					Aralama Matrisleri (%)				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	La	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	La	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Lbc2	2.297	1.476	1.052	0.805	0.650	0.948	1.373	1.777	2.157	2.512
4	Lbc2	1.476	1.052	0.805	0.650	0.539	1.373	1.777	2.157	2.512	2.836
5	Lbc2	1.083	0.777	0.596	0.477	0.394	2.274	2.769	3.199	3.574	3.903
6	Lbc2	0.769	0.567	0.443	0.360	0.298	4.136	4.836	5.408	5.887	6.291
7	Lbc3	4.932	3.172	2.296	1.810	1.513	0.930	1.529	2.204	2.916	3.633
8	Lbc3	2.388	1.701	1.303	1.052	0.872	2.221	2.874	3.490	4.064	4.588
9	Lbc3	2.686	1.751	1.257	0.964	0.771	2.749	3.679	4.479	5.175	5.782
10	Lbc3	1.751	1.257	0.964	0.771	0.637	3.679	4.479	5.175	5.782	6.314
11	Lbc3	1.244	0.918	0.716	0.582	0.482	6.691	7.823	8.749	9.524	10.178
12	Lcb1	0.730	0.520	0.398	0.321	0.266	0.678	0.878	1.066	1.242	1.402
13	Lcb3	1.927	1.383	1.060	0.848	0.701	4.048	4.928	5.693	6.362	6.947
14	Lcb3	2.628	1.872	1.434	1.157	0.959	2.443	3.162	3.840	4.472	5.048
15	Lc2	1.430	1.026	0.787	0.629	0.520	3.003	3.656	4.224	4.720	5.154
16	Lc2	3.389	2.606	2.257	2.100	2.025	1.060	1.823	2.770	3.844	4.973
17	Lc2	4.025	2.589	1.874	1.477	1.235	0.759	1.248	1.799	2.380	2.965
18	Lc2	2.589	1.874	1.477	1.235	1.064	1.248	1.799	2.380	2.965	3.540
18	Lc2	1.949	1.389	1.064	0.858	0.711	1.813	2.346	2.849	3.317	3.745
20	Lc2	2.192	1.430	1.026	0.787	0.629	2.244	3.003	3.656	4.224	4.720
21	Lc2	1.430	1.026	0.787	0.629	0.520	3.003	3.656	4.224	4.720	5.154
22	Lc2	1.026	0.787	0.629	0.520	0.434	3.656	4.224	4.720	5.154	5.534
23	Lc2	0.749	0.585	0.475	0.393	0.335	6.385	7.141	7.774	8.307	8.762
24	Lc3	6.320	4.065	2.943	2.320	1.939	1.192	1.960	2.825	3.738	4.656
25	Lc3	4.065	2.943	2.320	1.939	1.670	1.960	2.825	3.738	4.656	5.558
26	Lc3	4.763	3.061	2.180	1.670	1.348	1.965	2.846	3.684	4.476	5.209
27	Lc3	3.061	2.180	1.670	1.348	1.117	2.846	3.684	4.473	5.209	5.880
28	Lc3	2.180	1.670	1.348	1.117	0.950	3.684	4.473	5.209	5.880	6.487
29	Lc3	2.245	1.611	1.235	0.988	0.816	4.715	5.741	6.632	7.411	8.093
30	Lc3	1.611	1.235	0.988	0.816	0.682	5.741	6.632	7.411	8.093	8.689
31	LKnc2	5.253	3.048	1.961	1.419	1.119	0.243	0.575	0.945	1.362	1.803
32	LKnc2	3.048	1.961	1.419	1.119	0.935	0.575	0.945	1.362	1.803	2.246
33	LKnc2	1.961	1.419	1.119	0.935	0.805	0.945	1.362	1.803	2.246	2.681
34	LKnc2	2.297	1.476	1.052	0.805	0.650	0.948	1.373	1.777	2.157	2.512
35	LKnc2	1.476	1.052	0.805	0.650	0.539	1.373	1.777	2.157	2.512	2.836
36	LKnc2	1.083	0.777	0.596	0.477	0.394	2.274	2.769	3.199	3.574	3.903
37	LKnc2	0.777	0.596	0.477	0.394	0.329	2.769	3.199	3.574	3.903	4.191
38	LKnc2	1.854	1.142	0.769	0.567	0.443	1.857	3.250	4.136	4.836	5.403
39	LKnc2	0.769	0.567	0.443	0.360	0.298	4.136	4.836	5.408	5.887	6.291
40	LKnc3	3.823	2.767	2.182	1.823	1.571	1.843	2.656	3.515	4.378	5.227
41	LKnc3	2.767	2.182	1.823	1.571	1.389	2.656	3.515	4.378	5.227	6.030
42	LKnc3	4.479	2.878	2.050	1.571	1.268	1.848	2.677	3.464	4.207	4.898
43	LKnc3	2.878	2.050	1.571	1.268	1.050	2.677	3.464	4.207	4.898	5.530
44	LKnc3	2.111	1.515	1.161	0.929	0.768	4.434	5.398	6.237	6.969	7.610
45	LKnc3	1.515	1.161	0.929	0.768	0.641	5.398	6.237	6.969	7.610	8.171
46	LKnc3	1.106	0.864	0.702	0.581	0.495	9.428	10.544	11.479	12.266	12.938
47	LKnKzGnbc2	2.190	1.684	1.459	1.357	1.308	0.685	1.178	1.790	2.484	3.213
48	LKnKzGnbc2	1.673	1.211	0.955	0.798	0.687	0.807	1.162	1.538	1.916	2.287
49	LKnKzGnbc2	1.960	1.260	0.897	0.687	0.555	0.809	1.171	1.516	1.841	2.144
50	LKnKzGnbc2	1.260	0.897	0.687	0.555	0.460	1.171	1.516	1.841	2.144	2.420
51	LKnKzGnbc2	0.897	0.687	0.555	0.460	0.391	1.516	1.841	2.144	2.420	2.670

Ek Tablo 3 devamı. Ladin işletme sınıfı meşcerelerinin modellere göre meşcerelerin alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Model 1					Model 2					Model 3										
	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi							
	I	II	III	IV	V			I	II	III	IV	V									
618	21.4				5.0	5.0		21.4										21.4			
620						2.2		10.0													
626	11.2		13.0			0.6					21.4							24.2			
627						0.6					6.8										
631						0.7			14.9												
632			4.3	17.4		0.7					18.9							21.7			
633						0.9															
635				18.9		0.9															
636						1.2															
637						10.8															
638						0.6															
639						5.3															
641						5.3															
Toplam	485	453.8	550.8	521.8	470.1	474.8	7.5	724.5	542.3	433.7	440.3	413.1	317.5	92.4	640.0	503.3	503.3	422.6	468.4	293.8	105.4

Ek Tablo 4. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 1'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
70				8.0			
71		10.9		0.5			
79					8.7		
84		5.6					
85		9.8					
92		23.5					
93		1.6					
96		6.4					
106		1.1					
125		19.9					
133		1.1					
143					2.9		
144			15.5				
148			1.4				
150			13.8				
157		0.4					
164	10.3						
174		3.7					
182			7.4				
184	2.7						
198	3.9		15.1				
206	10.5						
225	12.7						
230	5.3						
242	7.5						
274	13.6						
312	8.1						
313	3.0						
317	8.4						
321					1.9		
328				3.4			
334				10.3			
341	1.7						
352					3.9		
362	0.8						
392				14.8			
434					17.5		
440					13.4		
441					25.7		
455					9.9		

Ek Tablo 4 devamı. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 1'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
456				2.2	14.1		
462				19.3			
465				10.0			
473				15.1			
477	7.6						
509			1.4				
510			10.4				
511			3.1				
514			1.5				
526			15.7				
533		8.7	12.7				
534	4.0						
552	3.2			4.4			
561				2.8			
564				0.3			
565				1.8			
574				5.1			
Toplam	103.3	92.7	98.0	98.0	98.0	0.0	0.0

Ek Tablo 5. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 2'ye göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
70	8.0						
71	11.4						
79		4.3	3.8		0.6		
84		5.6					
85					9.8		
92		23.5					
93					1.6		
96		6.4					
106	1.1						
125		19.9					
133			1.1				
143				2.9			
144				3.1			12.4
148				1.4			
150				13.8			
157	0.4						
164				10.3			
174	3.7						
182				7.4			
184							2.7
198	18.1				0.9		
206			5.1	5.4			
225			12.7				
230							5.3
242	7.5						
274			13.6				
312					8.1		
313					3.0		
317					8.4		
321							1.9
328					3.4		
334					10.3		
341	1.7						
352							3.9
362					0.8		
392					14.8		
434				17.5			
440				13.4			
441						25.7	
455						9.9	

Ek Tablo 5 devamı. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 2'ye göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
456						16.3	
462						19.3	
465						10.0	
473				15.1			
477						7.6	
509						1.4	
510						10.4	
511						3.1	
514						1.5	
526						15.7	
533						21.4	
534						4.0	
552						7.6	
561	2.8						
564	0.3						
565	1.8						
574			5.1				
Toplam	56.8	59.7	41.4	90.3	61.7	153.9	26.2

Ek Tablo 6. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 3'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
70					8.0		
71					11.4		
79					8.7		
84					5.6		
85					9.8		
92				20.7	2.8		
93				1.6			
96				6.4			
106				1.1			
125			3.3	16.6			
133			1.1				
143			2.9				
144			15.5				
148			1.4				
150			13.8				
157			0.4				
164		2.3	8.0				
174		3.7					
182		7.4					
184		2.7					
198		19.0					
206		10.5					
225	11.9	0.8					
230	5.3						
242	7.5						
274	13.6						
312	8.1						
313			3.0				
317			3.6				4.8
321			1.9				
328							3.4
334						2.9	7.4
341					1.7		
352			3.9				
362							0.8
392					14.8		
434				17.5			
440		9.9		3.5			
441				25.7			
455		9.9					

Ek Tablo 6 devamı. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 3'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
456		16.3					
462		19.3					
465	0.9		9.1				
473					15.1		
477	7.6						
509	1.4						
510	10.4						
511	3.1						
514	1.5						
526	15.7						
533	21.4						
534	4.0						
552	7.6						
561					2.8		
564					0.3		
565					1.8		
574			4.5		0.6		
Toplam	120.0	101.8	72.4	93.1	83.4	2.9	16.4

Ek Tablo 7. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 4'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
70	8.0						
71			11.4				
79	8.7						
84	5.6						
85				9.8			
92			10.0			13.5	
93				1.6			
96						6.4	
106			1.1				
125						19.9	
133				1.1			
143		2.9					
144						15.5	
148		1.4					
150		13.8					
157						0.4	
164					10.3		
174						3.7	
182		7.4					
184						2.7	
198			19.0				
206				10.5			
225						12.7	
230				5.3			
242	7.5						
274						13.6	
312				8.1			
313						3.0	
317						8.4	
321				1.9			
328						3.4	
334		10.3					
341		1.7					
352				3.9			
362	0.8						
392	14.8						
434		17.5					
440		13.4					
441		25.7					
455					9.9		

Ek Tablo 7 devamı. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 4'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
456					16.3		
462					19.3		
465					10.0		
473				1.1	14.0		
477					7.6		
509				1.4			
510				1.0	9.4		
511				3.1			
514		1.5					
526	13.4	2.3					
533	21.3	0.1					
534	4.0						
552	7.6						
561						2.8	
564						0.3	
565	1.8						
574	4.5					0.6	
Toplam	98.0	98.0	41.5	48.8	96.8	106.9	0.0

Ek Tablo 8. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 5'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
70	8.0						
71	11.4						
79		3.5	1.8		3.4		
84		5.6					
85					9.8		
92		23.5					
93					1.6		
96		6.4					
106	1.1						
125		19.9					
133			1.1				
143				2.9			
144							15.5
148				1.4			
150				13.8			
157	0.4						
164				10.3			
174	3.7						
182				7.4			
184							2.7
198	19.0						
206			5.6	4.9			
225			12.7				
230							5.3
242	7.5						
274			13.6				
312					8.1		
313					3.0		
317					8.4		
321							1.9
328					3.4		
334	3.9				6.4		
341						1.7	
352							3.9
362					0.8		
392	6.3				8.5		
434				17.5			
440				13.4			
441						25.7	
455						9.9	

Ek Tablo 8 devamı. Kayın işletme sınıfı meşcerelerinin model 5'e göre alan dağılımı (ha)

Meşcere No	Odun Üretimi					Toprak Koruma	Su Üretimi
	I	II	III	IV	V		
456						16.3	
462						19.3	
465						10.0	
473				15.1			
477						7.6	
509						1.4	
510						10.4	
511						3.1	
514						1.5	
526						15.7	
533						21.4	
534						4.0	
552						7.6	
561						0.9	1.9
564						0.3	
565							1.8
574			5.1				
Toplam	61.3	58.9	39.9	86.7	53.4	156.8	33.0

Ek Tablo 9. Kayın işletme sınıfı modellerinin gerçekleşen toplam eta değerlerinin son ve ara hasılat etalarına dağılımı

Plan Dönemi	Modeller														
	Model 1			Model 2			Model 3			Model 4			Model 5		
	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam
I	28579	3921	32500	20121	5080	25201	18401	5228	23629	21187	9771	30958	20175	5271	25446
II	29899	5197	35096	19426	7084	26510	25807	9899	35706	20222	13007	33229	19023	7526	26549
III	24189	13947	38136	19509	7844	27353	22137	15644	37781	22529	14314	36843	18611	8734	27345
IV	29858	10775	40633	21893	8038	29931	26083	14615	40698	23151	17269	40420	20599	7881	28480
V	25266	17621	42887	23453	8020	31473	31181	12542	43723	23749	18654	42403	21631	9825	31456

S.H.: Son hasılat etası, A.H.: Ara hasılat etası

Ek Tablo 10. Kızılağaç işletme sınıfı modellerinin gerçekleşen toplam eta değerlerinin son ve ara hasılat etalarına dağılımı

Plan Dönemi	Modeller														
	Model 1			Model 2			Model 3			Model 4			Model 5		
	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam	S.H.	A.H.	Toplam
I	1844	762	2606	1844	762	2606	1874	782	2656	2025	725	2750	50	538	588
II	2234	974	3208	2247	965	3212	2208	997	3205	2404	924	3328	810	637	1447
III	2284	2044	4328	2533	1460	3993	2900	1461	4361	2259	1492	3751	2900	527	3427
IV	3179	1912	5091	3179	1898	5077	3195	1931	5126	3129	1313	4442	1054	819	1873
V	3119	2494	5613	3417	2122	5539	3347	2404	5751	3069	1939	5008	3417	997	4414

S.H.: Son hasılat etası, A.H.: Ara hasılat etası

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Almanya'nın Münih kentinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra, 1987 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenimine başladı. 1991 yılında öğrenimini tamamlayarak Orman Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 1993 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı Yüksek Lisans öğrenimini 1995 yılında tamamlayarak Orman yüksek Mühendisi ünvanını aldı.

1993 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Daha sonra Temmuz 1995'de K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Amenajmanı Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmekte olan Mehmet MISIR, evli ve bir çocuk babasıdır.