

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORMAN YOL GEÇKİLERİNİN BELİRLENMESİNDE COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİNDEN YARARLANMA İMKANLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Orm. Müh. Selçuk GÜMÜŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Orman Yüksek Mühendisi "
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13.06.1997

Tezin Savunma Tarihi : 16.07.1997

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan ERDAŞ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. E. Zeki BAŞKENT

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Fazlı ARSLAN

Haziran 1997

TRABZON

ÖNSÖZ

Orman yolları orman işletmeciliği sırasında yararlanılan alt yapı tesislerinden en önemlisidir. Orman yollarının planlanması sırasında yapılacak olan yanlış bir geçki belirlemesi, yapım aşamasında teknik ve ekonomik problemler ortaya çıkaracağı gibi gelecekte de bakım problemlerini doğurur.

Planlama çalışmalarında doğru bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmak ve elde etmek çok önemlidir. Bu nedenle bir çok kurum ve kuruluş ihtiyaç duydukları bilgileri hızlı ve doğru bir biçimde elde etmek ve onları daha verimli bir şekilde kullanabilmek için büyük çaba göstermektedirler. Grafik ve grafik bilgilere ait öznitelik (grafik olmayan, attribute data) bilgilerinin elde edilmesi, kullanılması ve güncelleştirilmesi klasik yöntemler ile çok güç olmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişmesi, grafik ve öznitelik bilgilerinin bilgisayar ortamında toplanması ve işlenmesini olanaklı hale getirmiştir. Böylece Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturulmuştur.

Bilgisayar teknolojinin orman yollarının planlanmasında kullanılması imkanlarının araştırılması için hazırlanan "Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar" isimli bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Coğrafi bilgi sistemleri gibi, ormancılığımız açısından çok önemli olan bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan, yakın ilgi ve desteğiyle çalışmalarımı yönlendiren Sayın Hocam Prof.Dr. Orhan ERDAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Coğrafi bilgi sistemleri ile çalışmalarım sırasında, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, değerli görüş ve bilgilerini hiç bir zaman esirgemeyen Sayın Hocam Doç.Dr. Emin Zeki BAŞKENT'e ve Sayın Hocam Doç.Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir görev bilirim. Çalışmalarım sırasında değerli görüş ve önerilerine başvurduğum Sayın Hocam Doç.Dr. H.Hulusi ACAR'a teşekkürü borç bilirim

Ayrıca çalışmalarının, arazi işlerini kapsayan bölümlerinde, İşletmesinin bütün imkanlarından faydalanmamı sağlayan Maçka Orman İşletme Müdürü Sayın Osman BEŞEL'e ve Çatak Orman İşletme Şefi Sayın A.İhsan TOSUN'a teşekkür ederim.

Trabzon, Haziran 1997

Selçuk GÜMÜŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
TÜRKÇE ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
ŞEKİL LİSTESİ.....	XI
TABLO LİSTESİ.....	XIII
SEMBOL LİSTESİ.....	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti.....	5
1.3. Orman Yolları	10
1.3.1. Orman Yol Tipleri.....	10
1.3.2. Orman Yol Geçkilerinin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	15
1.3.3. Orman Yol Ağlarının Planlanmasında Kavramlar.....	19
1.3.3.1. Yol Yoğunluğu	19
1.3.3.2. Yol Aralığı.....	20
1.3.3.3. Sürütme Mesafesi.....	22
1.3.3.4. İşletmeye Açma Oranı.....	24
1.3.4. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesi Esasları.....	26
1.3.4.1. Uygulamada Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesi Sırasında İzlenecek Yol ve Yöntem.....	28
1.3.4.2. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Karşılaşılan Sorunlar.....	33
1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	35
1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımları	35
1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler.....	36
1.4.3. Kartoğrafya ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İlişkisi.....	38
1.4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımında Temel Fonksiyonlar.....	39
1.4.4.1. Veri Giriş Fonksiyonları.....	39
1.4.4.2. Veri İşleme Fonksiyonları.....	40
1.4.4.3. Veri Analiz Fonksiyonları.....	41
1.4.4.4. Veri Sunuş Fonksiyonları.....	42

1.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analiz Türleri.....	43
1.4.5.1. Coğrafi Sorgulama.....	43
1.4.5.1.1. Grafik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama.....	44
1.4.5.1.2. Öznitelik Bilgilerden Grafik Bilgileri Sorgulama.....	44
1.4.5.1.3. Öznitelik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama.....	45
1.4.5.2. Coğrafi Analiz.....	45
1.4.5.2.1. Coğrafi Birleştirme.....	45
1.4.5.2.1.1. Nokta Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi.....	45
1.4.5.2.1.2. Çizgi Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi.....	46
1.4.5.2.1.3. Alan Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi.....	46
1.4.5.2.2. Yakınlık Analizi.....	47
1.4.5.2.2.1. Nokta Detaylar İçin Yakınlık Analizi.....	47
1.4.5.2.2.2. Çizgi Detaylar İçin Yakınlık Analizi.....	47
1.4.5.2.2.3. Alan Detaylar İçin Yakınlık Analizi.....	48
1.4.5.2.3. Sınır İşlemleri.....	48
1.4.5.3. Ağ Analizi.....	49
1.4.5.4. Sayısal Arazi Analizi.....	49
1.4.5.4.1. Eğim Hesabı.....	50
1.4.5.4.2. Bakı Hesabı.....	51
1.4.5.4.3. Kesit Çıkarma.....	51
1.4.5.4.4. Görünürlük Analizi.....	52
1.4.5.4.5. Hacim Hesabı.....	52
1.4.5.4.6. Yüzey Oluşturma ve Gölgeleme.....	53
1.4.5.4.7. Eşyüksekti Eğrisi Oluşturma.....	53
1.4.5.5. Ölçme ve Geometrik Hesaplamalar.....	54
1.4.5.6. İstatistik Analiz.....	54
1.4.5.7. Grid Analizi.....	54
1.4.5.7.1. Optimum Koridor Belirleme.....	54
1.4.5.7.2. Modellendirme ve Simulasyon.....	55
1.4.5.7.3. Komşuluk Analizi.....	55
1.5. Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Kullanım Alanları.....	55
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	63
2.1. Materyal.....	63
2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	63

2.1.2. Planlama Materyali.....	64
2.1.3. Araştırmada Kullanılan Bigisayar Donanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı.....	64
2.1.3.1. Arc Modülü.....	64
2.1.3.2. Arcedit Modülü.....	65
2.1.3.3. Info Modülü.....	65
2.1.3.4. Arc Macro Language (Aml) Progamlama Dili.....	65
2.1.3.5. Arcplot Modülü.....	65
2.1.3.6. ArcView.....	66
2.2. Yöntem	66
2.2.1. Araştırmanın Sınırlandırılması.....	66
2.2.1.1. Coğrafi Sınırlandırma.....	66
2.2.1.2. Teknik Sınırlandırma.....	66
2.2.1.3. Zaman Açısından Sınırlandırma.....	67
2.2.2. Arazi Çalışmaları.....	67
2.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışma Modelinin Tasarımı.....	67
2.2.4. Veri Tabanının Oluşturulması.....	68
2.2.4.1. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması.....	69
2.2.4.2. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması.....	70
2.2.4.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	70
2.2.5. Orman Yol Geçkileri Oluşturma Çalışmaları.....	71
2.2.5.1. Orman Yolu Geçki Seçeneklerinin Bilgisayar Ortamında Oluşturulması.....	71
2.2.5.1.1. Uygulanacak Yol Eğimine Göre Belirlenen Pergel Açıklıklarının Bilgisayar Ortamında Tanımlanması.....	71
2.2.5.1.2. Pergel Açıklıklarının Uygulanması.....	72
2.2.5.1.3. Yol Geçkilerinin İşaretlenmesi.....	73
2.2.5.2. Yol Geçkilerinin Değerlendirilmesi.....	73
2.2.5.2.1. Orman Yol Ağı Temel Kavramlarının Hesaplanması.....	73
2.2.5.2.1.1. Yol Yoğunluğu.....	73
2.2.5.2.1.2. Ortalama Yol Aralığı.....	74
2.2.5.2.1.3. Sürütme Mesafesi.....	74
2.2.5.2.1.4. İşletmeye Açma Oranı.....	74
2.2.5.2.2. Kartoğrafik Değerlendirme Haritalarının Hazırlanması.....	74
2.2.5.2.2.1. Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması.....	75

2.2.5.2.2.2. Eğim Haritasının Hazırlanması.....	75
2.2.5.2.2.3. Bakı Haritası Hazırlanması.....	75
2.2.5.2.2.4. Servetin Dağılışı Haritası Hazırlanması.....	76
2.2.5.2.2.5. Kayalık ve Yerleşim Alanları Haritasının Hazırlanması.....	76
2.2.5.2.2.6. Akarsu Yatakları Haritasının Hazırlanması.....	76
2.2.5.2.2.7. Orman Yol Geçki Etüdü Haritasının Hazırlanması.....	76
2.2.5.2.3. Oluşturulan Yol Ağı Geçkilerinin Planlama Birimini Çözmesi.....	78
2.2.5.2.4. Oluşturulan Orman Yolu Geçki Seçeneklerinin Değerlendirilmesi.....	78
3. BULGULAR.....	79
3.1. Ormanüstü Planlama Birimi Alanına İlişikin Bulgular.....	79
3.2. Kartografik Değerlendirme Haritaları.....	79
3.2.1. Sayısal Arazi Modeli.....	80
3.2.2. Eğim Haritası.....	81
3.2.3. Bakı Haritası.....	82
3.2.3. Servetin Dağılışı Haritası.....	83
3.2.4. Kayalık ve Yerleşim Alanları Haritası.....	84
3.2.5. Akarsu Yatakları Haritası.....	85
3.2.6. Orman Yol Geçki Etüdü Haritası.....	86
3.3. Mevcut Orman Yol Ağı Planına Ait Bulgular.....	87
3.3.1. Orman Yol Yoğunluğu.....	87
3.3.2. Yol Aralığı.....	88
3.3.3. Sürütme Mesafesi.....	88
3.3.4. İşletmeye Açma Oranı.....	89
3.3.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi.....	90
3.3.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı.....	91
3.3.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı.....	92
3.3.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı.....	92
3.3.9. Yolların Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılımı.....	95
3.3.10. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı.....	93
3.3.11. Yolların Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılımı.....	93
3.4. Alternatif Orman Yol Ağı Planına Ait Bulgular.....	94
3.4.1. Orman Yol Yoğunluğu.....	94
3.4.2. Yol Aralığı.....	95
3.4.3. Sürütme Mesafesi.....	96

3.4.4. İşletmeye Açma Oranı.....	96
3.4.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi.....	97
3.4.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı.....	98
3.4.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı.....	98
3.4.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı.....	98
3.4.9. Yolların Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılımı.....	99
3.4.10. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı.....	99
3.4.11. Yolların Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılımı.....	99
4. TARTIŞMA.....	100
4.1. Kullanılan Yöntemin Tartışılması.....	100
4.2. Ormanüstü Planlama Birimi Alanına İlişkin Bulguların Tartışılması.....	101
4.3. Katroğrafik Değerlendirme Haritaları Bulgularının Tartışılması.....	101
4.3.1. Eğim Haritası Bulgularının Tartışılması.....	102
4.3.2. Bakı Haritası Bulgularının Tartışılması.....	102
4.3.3. Servetin Dağılışı Haritası Bulgularının Tartışılması.....	103
4.3.4. Kayalık ve Yerleşim Alanları Haritası Bulgularının Tartışılması.....	103
4.3.5. Akarsu Yatakları Haritası Bulgularının Tartışılması.....	104
4.3.6. Orman Yolu Geçki Etüdü Haritası Bulgularının Tartışılması.....	105
4.4. Mevcut Orman Yol Ağı Planına Ait Bulguların Tartışılması.....	105
4.4.1. Yol Yoğunluğu Bulgularının Tartışılması.....	106
4.4.2. Yol Aralığı Bulgularının Tartışılması.....	106
4.4.3. Sürütme Mesafesi Bulgularının Tartışılması.....	106
4.4.4. İşletmeye Açma Oranı Bulgularının Tartışılması.....	106
4.4.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi ile İlgili Bulguların Tartışılması.....	107
4.4.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	107
4.4.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	108
4.4.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	108
4.4.9. Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılım Bulgularının Tartışılması.....	108
4.4.10. Yolların Akarsu Yataklarına Dağılım Bulgularının Tartışılması.....	108
4.4.11. Orman Yolu Geçki Etüdü Gruplarına Dağılım Bulguların Tartışılması.....	109
4.5. Alternatif Orman Yol Ağı Planına Ait Bulguların Tartışılması.....	109
4.5.1. Yol Yoğunluğu Bulgularının Tartışılması.....	109
4.5.2. Yol Aralığı Bulgularının Tartışılması.....	110
4.5.3. Sürütme Mesafesi Bulgularının Tartışılması.....	110

4.5.4. İşletmeye Açma Oranı Bulguların Tartışılması.....	110
4.5.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi Bulguların Tartışılması.....	110
4.5.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	111
4.5.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	111
4.5.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması.....	111
4.5.9. Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılım Bulgularının Tartışılması.....	112
4.5.10. Akarsu Yataklarına Dağılım Bulgularının Tartışılması.....	112
4.5.11. Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılım Bulgularının Tartışılması.....	112
5. SONUÇLAR.....	113
6. ÖNERİLER.....	118
7. KAYNAKLAR.....	120
8. ÖZGEÇMİŞ.....	126



ÖZET

Orman yol ağlarının planlanması sırasında yol geçkilerinin belirlenmesi işlemi, bir çok faktörün değerlendirilmesini gerektirmektedir. Planlama için gerekli olan bu bilgiler değişik kaynaklardan ve değişik standartlarda elde edilmektedir. Veri kaynaklarının çok değişik olması bu verilerin etkili bir şekilde birlikte kullanılmalarında problemler oluşturmaktadır.

Geleneksel yöntemler ile yapılan planlama çalışmaları sırasında gerek eşyükselti eğrili topoğrafik haritalar üzerinde yapılan çalışmalarda gerekse planlama için gerekli olan verilerin amenajman planlarından alınıp değerlendirilmesi işlemleri büyük bir iş yoğunluğu oluşturmaktadır. Bu çalışmada bu işlemlerin kolay bir şekilde yapılabilmesi için coğrafi bilgi sisteminden faydalanma amaçlanmıştır.

Orman yolu geçkileri sayısal harita üzerinde, planlama birimi alanının her noktasına ulaşmayı sağlayacak bir şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan orman yolu geçkilerinden, en uygun çözümü oluşturan geçkinin seçilmesi amacıyla, diğer ormancılık disiplinlerinin de kullanabilecekleri bir veritabanı oluşturulmuştur.

Bu amaçla, topoğrafik harita, amenajman planı haritaları ve araziden alınan veriler, ayrı ayrı birer coğrafi bilgi sistemi katmanı olarak sistemde yapılandırılmıştır. Ayrıca hazır veri olarak veritabanına girilen bu verilerden çeşitli coğrafi bilgi sistemi analizleri ile yeni veriler üretilmiş ve analizler sırasında kullanılmıştır.

Uygulama alanı olarak Ormanüstü planlama birimi seçilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 107706 m. orman yolu planlanmıştır. Yol yoğunluğu 20.40 m/ha, yol aralığı 490 m ve işletmeye açma oranı % 61.73 olarak gerçekleşmiştir. Bu yollar ile toplam 5278.27 ha ormanlık alanın 4923.27 ha'ı işletmeye açılmıştır. İşletmeye açılan bu alanlar üzerinde toplam 701151.880 m³ ağaç serveti ve 14381.541 m³ artım olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma ile çağdaş planlama teknikleri kullanılmış, zaman ve iş gücünden büyük miktarlarda tasarruf sağlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, ormancılık çalışmaları için en iyi çözümü oluşturacak sayısal değerleri veren, orman yol ağı planı hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yolları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Orman Transportu, Yol Geçkileri, Veritabanı

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON USAGE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS ON SELECTING OF FOREST ROAD ROUTES

During the forest road planing process determination of road routes requires the evaluation many factors. The information needed for forest road planning are obtained from different sources and different standards. The variation in data sources cause problems in effective and collective usage of these data.

During planing process continued with traditional methods, studies which are constructed both on topographic maps and on obtaining and evaluation of data from management plans form big amount of work density. In other to do these processes easily it is aimed to utilise from geographical information systems.

The forest road route on digital map are prepared to reach each point of area of planning unit. A database that can be used from other forest disciplines is formed in order to choose the best solution route among the prepared forest road routes.

In these purpose, management plan maps and data obtained from area are constructed as different geographic information system coverage. In addition from the data processed as available data, new data was produced with geographical information systems analysis and used during other analysis.

Ormanüsütü planing unit was selected as application area. 107706 m. forest road was planed as a result of these studies. Road density, road interval and rate of forest access were determined respectively 20,40 m/ha, 490 m., 61,73. With these roads 4923,27 ha of 5278,27 ha. forest area was used for exploitation. Total 701151,880 m³ stand volume of forest and 14381,548 m³ increment was obtained on these forest access areas.

Contemporary planing techniques were used and a big amount of economy was obtained from and work power as a result of this analysis a forest network plan that gives the numerical values formed the best solution forest studies has been preperated.

Key Words: Forest Roads, Geographical Information Systems (GIS), Forest Transport, Road Routes, Database

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Ana Orman Yolu Kesiti.....	11
Şekil 2. A tipi Tali Orman Yolu Kesiti.....	12
Şekil 3. B Tali Orman Yolu Kesiti.....	12
Şekil 4. Som Kayalık Yerlerde B Tipi Tali Orman Yolu Kesiti.....	12
Şekil 5. Orman Yolu Yapımı Çalışmaları.....	13
Şekil 6. Dağlık Alanlarda Bir Orman Yol Planlama Modelinde Yolların Hiyerarşisi.....	14
Şekil 7. Dağlık ve Düz Alanlarda Orman Yollarının Konumu.....	17
Şekil 8. Vadilerde Su Toplama Havzalarının Şematik Olarak Gösterilmesi.....	18
Şekil 9. Düz ve Dağlık Alanlarda Yol Aralıkları.....	20
Şekil 10. Yol Aralığının Belirlenmesi.....	21
Şekil 11. Düz Alanlarda Çift Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi.....	23
Şekil 12. Düz Alanlarda Tek Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi.....	23
Şekil 13. Dağlık Alanlarda Çift Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi.....	23
Şekil 14. Dağlık Alanlarda Tek Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi.....	23
Şekil 15. Çift Taraflı Sürütmede Sürütmenin 45°'lik Açı Altında Yapıldığı Hallerde Gerçek Sürütme Mesafesinin Bulunması.....	24
Şekil 16. Bir Yolun İşletmeye Açma Şeridi.....	25
Şekil 17. Yüksek veya Alçak Tutulan Yol Aralıklarında İşletmeye Açılan ve Açılmayan Alanlar.....	25
Şekil 18. Eşyüksekti Eğrili Harita Üzerinde Sıfır Hattının Elde Edilmesi.....	31
Şekil 19. Orman Yolu Geçkilerinin Araziye Aplikasyonu.....	32
Şekil 20. Coğrafi Veri Tipleri.....	37
Şekil 21. Grafik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama.....	44
Şekil 22. Öznitelik Bilgilerden Grafik Bilgileri Sorgulama.....	44
Şekil 23. Öznitelik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama.....	45
Şekil 24. Nokta Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi.....	46
Şekil 25. Çizgi Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi	46

Şekil 26. Alan Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi.....	47
Şekil 27. Çizgi Dedetaylar için Yakınlık Analizi.....	48
Şekil 28. Eğim Hesabı.....	51
Şekil 29. Bakı Hesabı.....	51
Şekil 30. Kesit Çıkarma.....	52
Şekil 31. Görünürlük Analizi.....	52
Şekil 32. Hacim Hesabı.....	53
Şekil 33. Yüzey Oluşturma ve Gölgeleştirme.....	53
Şekil 34. Eş yükseklik Eğrisi Oluşturma.....	53
Şekil 35. Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) Modeli.....	59
Şekil 36. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu.....	63
Şekil 37. Pergel Açıklıklarının Sayısal Harita Üzerinde Uygulanması.....	72
Şekil 38. Yerleşim ve Tarım Alanları.....	80
Şekil 39. Ormanüstü Planlama Birimi Sayısal Arazi Modeli.....	80
Şekil 40. Ormanüstü Planlama Birimi Yamaç Eğimi Grupları Haritası.....	81
Şekil 41. Ormanüstü Planlama Birimi Bakı Haritası.....	82
Şekil 42. Ormanüstü Planlama Birimi Servet Dağılımı Haritası.....	83
Şekil 43. Karışık Kayın-Ladin ve Ladin Meşcereleri.....	84
Şekil 44. Ormanüstü Planlama Birimi Kayalık ve Yerleşim Alanları Dağılımı.....	84
Şekil 45. Çatak İşletme Şefliğinde Bazı Kayalık Alanların Arazide Görünüşü.....	85
Şekil 46. Ormanüstü Planlama Birimi Akarsu Yatakları	85
Şekil 47 . Ormanüstü Planlama Birimi Orman Yolu Geçki Etüdü Haritası.....	86
Şekil 48. Ormanüstü Planlama Birimi Mevcut Yol Ağı Planı ile İşletmeye Açılan Orman Alanları.....	89
Şekil 49. Ormanüstü Planlama Birimi Orman Yol Ağı Planı.....	94
Şekil 50. Ormanüstü Planlama Birimi Alternatif Yol Ağı Planı ile İşletmeye Açılan Orman Alanları.....	97
Şekil 51. Ormanüstü Köyü Üzerinde Yer Alan Ladin ve Kayın Meşcerelerinin Genel Görüntüsü.....	102
Şekil 52. Ormanüstü Köyü Yerleşim Alanı.....	104
Şekil 53. Kayalık Alanlar.....	104

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Orman Yolları Geometrik Standartları.....	11
Tablo 2. Ağaç Servetine Göre Uygulanması Gerekli Yol Aralığı ve Yol Yoğunluğu.....	27
Tablo 3. Orman Yolu Tipi Standartları ve Bu Standartlarda Yol Yapılabilmesi İçin Üzerinde Taşınması Gerekli Yıllık Ürün Miktarları.....	27
Tablo 4. Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) Modeline Ait Coğrafi Bilgi Katmanları ve Öznitelikleri.....	60
Tablo 5. Ormanüstü Planlama Biriminin Alan ve Servetinin İşletme Sınıflarına Dağılımı.....	64
Tablo 6. Orman Yol Geçki İşaretlemesinde Kullanılan Eğim ve Pergel Açıklığı Değerleri.....	71
Tablo 7. Orman Yolu Geçkilerini Etkileyen Faktörler ve Puanlandırma Sistemi.....	77
Tablo 8. Ormanüstü Planlama Birimi Alan Servet ve Artım Bilgileri.....	79
Tablo 9. Ormanüstü Planlama Birimi Alanının Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı.....	81
Tablo 10. Ormanüstü Planlama Birimi Alanının Bakı Gruplarına Dağılımı	82
Tablo 11. Ormanüstü Planlama Birimi Ağaç Servetlerinin Alan Dağılımları.....	83
Tablo 12. Ormanüstü Planlama Birimi Orman Yol Geçki Etüdü Alan Dağılımları.....	86
Tablo 13. Ormanüstü Planlama Birimi Mevcut Orman Yol Ağı Planında Yer Alan Orman Yolları.....	87
Tablo 14. Mevcut Yol Ağı Planı Yol Yoğunluğu Değerleri.....	88
Tablo 15. Mevcut Yol Ağı Planı Yol Aralığı Değerler.....	88
Tablo 16. Mevcut Orman Yol Ağı Planı Sürütme Mesafeleri.....	89
Tablo 17. Mevcut Yol Ağı Planı İşletmeye Açma Oranı.....	90
Tablo 18. Mevcut Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Bölmeler, Meşçere Tipleri, Meşçere Tipi Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları.....	90
Tablo 19. Mevcut Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları Özeti Tablosu.....	91
Tablo 20. Mevcut Yolların Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı.....	91
Tablo 21. Mevcut Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu.....	92
Tablo 22. Mevcut Yollarının Bakı Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu.....	92
Tablo 23. Mevcut Yolların Servet Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu.....	93

Tablo 24. Mevcut Yollarının Yerleşim Alanları ve Kayık Alanlara Göre Dağılımı.....	93
Tablo 25. Mevcut Yollarının Akarsu Yataklarına Göre Dağılımı.....	93
Tablo 26. Mevcut Yollarının Orman Yol Geçki Etüdü Katmanındaki Durumu.....	94
Tablo 27. Alternatif Orman Yol Ağı Planı Orman Yolları ve Özellikleri.....	95
Tablo 28. Alternatif Yol Ağı Planı Yol Yoğunluğu Değerleri.....	95
Tablo 29. Alternatif Yol Ağı Planı Yol Aralığı Değerleri.....	95
Tablo 30. Alternatif Yol Ağı Planı Sürütme Mesafeleri.....	96
Tablo 31. Alternatif Yol Ağı Planı İşletmeye Açma Oranı.....	96
Tablo 32. Alternatif Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları.....	97
Tablo 33. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Eğim Gruplarına Dağılımı.....	98
Tablo 34. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Bakı Gruplarına Dağılımı.....	98
Tablo 35. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Servet Gruplarına Dağılımı.....	98
Tablo 36. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Yerleşim ve Kayalık Alanlara Dağılımı.....	99
Tablo 37. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Akarsu Yatakları Alanlarına Dağılımı.....	99
Tablo 38. Alternatif Orman Yol Ağı Planı Yollarının Orman Yol Geçki Etüdü Katmanındaki Durumu.....	99
Tablo 39. Mevcut ve Alternatif Orman Yol Ağı Planlarının Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	114
Tablo 40. İşletmeye Açılan Açılan Orman Alanlarında Alan, Servet ve Artım Değerlerinin Karşılaştırılması.....	114
Tablo 41. Mevcut ve Alternatif Orman Yol Ağı Planlarının Orman Yollarının Yol Geçki Etüdü Katmanında Aldığı Değerler.....	115

SEMBOL LİSTESİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GIS	: Geographical Information Systems
ORBİS	: Orman Bilgi Sistemi
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
DTM	: Digital Terrain Model
DKGH	: Dikili Kabuklu Gövde Hacmi
DOİM	: Devlet Orman İşletme Müdürlüğü
YY	: Yol Yoğunluğu
YA	: Yol Aralığı
SMmax	: Maximum Sürütme Mesafesi
SMmin	: Minimum Sürütme Mesafesi
SMo	: Ortalama Sürütme Mesafesi
SMg	: Gerçek Sürütme Mesafesi
İAO	: İşletmeye Açma Oranı
E	: Yamaç Eğimi
HS	: Hektardaki Servet
OYGEP	: Orman Yol Geçki Etüdü Puanı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ormanların işletmeye açılması, entansif ve amaca uygun bir rasyonel ormancılık uygulamasını olanaklı hale getirmektedir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan en önemli araçlardan birisini orman yolları teşkil etmektedir. Bu yollar, bir yandan odun hammadde, personel, malzeme ve ekipman nakline, bir yandan da orman köylerinin yol gereksinimlerinin ve ayrıca halkın dinlenme isteklerinin karşılanmasına imkan sağlamaktadır. Bu suretle söz konusu yollar ekonomik, sosyal hatta kültürel faydalar yaratmaktadır (1).

Ülkemizde ormancılık çalışmaları ülkenin değişik yerlerinde ve dağınık durumdaki 20 milyon ha civarındaki orman alanı üzerinde yürütülmektedir. Bu kadar geniş ve dağınık, hatta çoğunlukla dağlık arazi üzerinde çalışmak bu alanların iyi bir yol ağına sahip olması ile mümkündür. Orman yolları her yıl yaklaşık 17 milyon m³ DKGH asli orman ürününün transportunda kolaylık sağlaması ile birlikte orman koruma, kadastro, bakım, erozyon ve ağaçlandırma çalışmaları gibi diğer ormancılık hizmetlerinin yürütülmesinde de önemli rol oynamaktadır (1).

Orman yolları geçkilerinin belirlenmesi, orman yolları planlama çalışmalarının en önemli ve en zor aşamasını oluşturmaktadır. Orman yollarının planlanması sırasında yapılacak olan yanlış bir geçki belirlemesi, yapım aşamasında teknik ve ekonomik problemler oluşturacağı gibi gelecekte de bakım problemleri doğurmaktadır.

Türkiye'de Genel Orman Yol Ağı Planlarına dayalı orman yolu yapım çalışmaları 1960'lı yılların ilk çeyreğinde başlamıştır. Bu amaçla, başlangıçta bir kısım, daha sonra bütün orman bölge müdürlükleri bünyesinde yol planlama grup müdürlükleri kurularak bu gruplar ile ülke ormanlarının genel orman yol ağı planlarının düzenlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Planlı döneme kadar Türkiye ormancılığında orman yolları hemen tamamıyla günlük ihtiyaçlar gözönüne tutularak yapılmışlardır. Bu nedenle, eğitim ve konum itibarı ile orman yolu standartlarına uymayan birçok yolların yapımı sözkonusu olmuştur (2).

Bir yolun arazi veya harita üzerinde izlediği doğrultuya bu yolun geçkisi denir. Bir yolun geçmesi zorunlu bulunan ana kontrol noktaları arasında, birden fazla geçki sözkonusu olabilir. Bu nedenle geçki araştırması yaparak en uygun olanı seçmek gerekir. Aslında bilinen iki ana kontrol noktasını birbirine bağlayacak geçki sayısı ilk bakışta çok gibi görünse de, çeşitli engel ve sınırlamalar nedeniyle bunların sayısı fazla değildir; hatta bazı durumlarda karşılaştırma yapmak için ikinci bir alternatif geçki bile bulmak olanaksızdır (3).

Toplum hayatının düzenlenmesi, yönetilmesi ve iyileştirilmesi için ekonomik, sosyal, kültürel ve fiziksel çeşitli tür ve boyutta verilere ihtiyaç duyulur. Veri kümelerinden

bilgisayar destekli çalışmalarla toplum yararına bilgi üretmeye, bilgi sistemleri adı verilir. Bilgi sistemlerinin temelinde veri vardır. Veritabanı ise, herhangi bir olaya, gözleme veya ölçümlere ait verilerin istenilen şekilde düzenlenmiş şeklidir (4). Verilerin işlenmesiyle bilgi elde edilir. Bilgi üretimi bir süreç sonunda elde edilir. Bu süreç; verinin elde edilmesi, kaydı, sınıflandırılması, sıralanması, hesaplanması, özetlenmesi, saklanması, yeniden başvurulması ve iletişim gibi evrelerden oluşur. Bu evreleri geliştiren günümüz teknolojisi bilgisayar, bilginin doğruluğunu, güncelliğini, etkinliğini, kısıtlılığını, ucuzluğu ve değerini arttırmaktadır (5).

Coğrafi Bilgi Sistemleri ise; 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 bütünsel olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinin oluşan bir bütündür (6). Coğrafi bilgi sistemleri ile yönetim teknolojisi, bilinen veya bilinmeyen ama çözümü için çaba gösterilen bir çok karmaşık problemin analiz edilmesi için etkin bir yöntem olarak kabul edilmekte, bilginin hatalı yönetilmesi sonunda, yalnız çevre ile ilgili problemlerde değil, ülkenin ekonomik gücünün, uluslararası rekabet ortamında gereken biçimde değerlendirilemeyeceği görülmektedir (7).

Ekonomik, sosyal, fiziksel ve çevresel olayların düzenlenmesi, birbirleriyle etkili olarak birleştirilmesi, grafik olarak etkili bir şekilde gösterilmesi ve aynı zamanda bu olayların doğadaki zamana bağlı olarak değişimlerini ve bunların etkilerini değerlendirmek için geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri, planlamacıların karar verme aşamasında son zamanlarda sıkça kullandıkları bir araç konumuna gelmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, grafik ve grafik olmayan bilgilerin bütünsel olarak yer aldığı ve çeşitli sorgulamalara cevap verebilecek şekilde yapılandırılmış bir sistemdir (5).

Coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları 1980'li yılların başından itibaren başlamıştır. Bu kapsamda, öncelikle, değişik kaynaklardan, değişik format ve standartta, değişik kurumlar tarafından toplanan grafik verilerin ülke düzeyinde belirli standartlara oturtulması ve böylece veri değişim ve kullanım olanaklarının sağlanması için çok yoğun emek, para ve zaman harcanmıştır. Daha sonra kontrol altına alınan bu grafik veriler grafik olmayan öznitelik veriler ile beslenerek çok değişik amaçlara hizmet edebilecek coğrafi bilgi sistemleri uygulamalarına geçilmiştir. Coğrafi bilgi sistemleri konusunda Dünyadaki bu gelişmeye paralel olarak Türkiye'deki çalışmaların seyri şöyle olmuştur: Harita Genel Komutanlığı (HGK) 'nda, haziran 1990'da "Çok Ürünlü Coğrafi Veri Tabanı Projesi" adı altında bir coğrafi bilgi sistemi projesi başlatılmış olup sistem analiz ve tasarım aşamaları ile plot proje bazında yapılan test başlatılmış olup sistem analiz ve tasarım aşamaları ile plot proje bazında yapılan test uygulamaları tamamlanmıştır. Projenin gerçekleştirme ve bakım

çalışmalarının 1:25 000 ölçekli ve 1:250 000 ölçekli Ulusal Coğrafi Veri Tabanının kurulmasına yönelik olarak devam etmektedir. Diğer taraftan 1990'lı yılların başından itibaren, coğrafi bilgi sistemleri konusunda çeşitli bakanlık, müsteşarlık, genel müdürlük, belediye ve üniversite (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Orman Bakanlığı, Çevre Bakanlığı, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, TÜBİTAK, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü ve diğer kurum ve kuruluşlar) bünyesinde çeşitli düzeylerde (fizibilite etüdü, sistem analiz, tasarım, gerçekleştirme ve bakım) coğrafi bilgi sistemleri çalışmaları yapılmış veya yapılmakta olup koordinasyon eksikliği ve ulusal düzeyde bir coğrafi bilgi sistemleri organizasyonunun eksikliği nedeni ile bu çalışmalar hakkında bilgi değişimi henüz mümkün olmamıştır (8).

Ülkemiz orman alanlarının dağılımı (yaklaşık 21 milyon ha) göz önüne alındığında, gerek yönetsel, gerekse mülkiyet açısından kavranması güç boyutlarda olduğu gerçeği ile karşılaşılır. Alansal dağılımın büyüklüğü yanısıra, dağılım alanlarının topoğrafik yapısı da aynı konularda güçlükler yaratmaktadır. Orman işletmecisi için sadece orman sınırlarının bilinmesi yeterli değildir. Söz konusu sınırlar içerisinde hangi yapıda ve dağılımda orman varlığının olduğu, işletmecilik açısından daha büyük önem taşır. Planlama ve karar verme aşamalarında herhangi bir işletme alanındaki orman varlığının tam olarak bilinmesi, planlama açısından son derece önemli olmaktadır. Ayrıca planların uygulama sonuçlarının izlenmesinde de sağlıklı sağlıklı verilere ihtiyaç vardır (9).

Orman Genel Müdürlüğü'nce çok yönlü olarak sürdürülen hizmet ve uygulamaların daha hızlı, daha ekonomik ve daha etkin bir şekilde yürütülebilmesi için gerekli olan temel altlık haritaların sayısal olarak üretilmesi ve bu konuda çalışanların tüm isteklerine cevap verecek olan "Orman Bilgi Sistemi" nin (ORBİS) oluşturulması için gerekli çalışmalara başlanmış ve sürdürülmektedir. İşte oluşturulması düşünülen Orman Bilgi Sistemi gerçekleştirildiği takdirde buradan elde edilecek sayısal verilerin orman yollarının plan ve proje çalışmalarında kullanılması en hızlı ve ekonomik bir yöntem olacaktır (10,11).

Sayısal fotogrametri destekli sayısal arazi modelleri tekniği bir çok ülkede, endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, otoyol, demiryolu ve orman yolu ağlarının planlanmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda otoyolların planlanmasında kullanılan sayısal fotogrametri destekli sayısal arazi modellerinin; büyük bir bölümü dağlık bölgelerde bulunan, ülkemiz orman yollarının plan ve proje çalışmalarında kullanılması para ve zaman bakımından yapılan harcamaları büyük ölçüde azaltacağı için ekonomik ve mantıklı bir yaklaşım olacaktır. Çünkü, yapılan araştırmalar sayısal veriler ile bilgisayar ortamında çalışmanın, klasik yöntemle göre çok daha ucuz olduğunu göstermektedir (11).

Coğrafi bilgi sistenlerinin orman yollarının planlanmasında kullanımına ilişkin ilk çalışmaları ise 1990'lı yılların başlarında başlamıştır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılabilecek değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. Sayısal arazi modellerinin gündeme gelmesi ile kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi, belirlenen noktalar arasındaki en kısa hattın belirlenmesi vb. birçok analizlerin kullanım imkanları doğmuş ancak bu analizlerin etkin bir şekilde kullanım olanakları ise halen araştırılmaktadır.

Yapılan çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanması sırasında, orman yol geçkilerinin belirlenmesinde kullanılması imkanları araştırılmıştır.

Bilindiği gibi orman yolları geçkilerinin belirlenmesi orman yol ağı planlama çalışmalarında en büyük ve en önemli aşamayı oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışmada orman yol planlama çalışmalarının diğer kısımları da incelenmiş ancak ağırlıklı olarak orman yol geçkilerinin belirlenmesi araştırılmıştır. Bu nedenle orman yol ağı planlama çalışmaları ile orman yol geçkilerinin belirlenmesi zaman zaman birlikte işlenmiştir.

Bu araştırmada orman yol geçkilerinin belirlenmesi amacıyla şu çalışmalar yapılmıştır:

- Çalışma alanının sayısal kartoğrafik haritalar ve veritabanı sorgulamaları yardımı ile orman yolu geçkisi için gruplandırılması, yani geçki etüdünün yapılması,
- Geleneksel yöntemler ile 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerinde, pergel kullanımı ile yapılan sıfır hattı işaretleme işleminin, sayısal topoğrafik haritalar üzerinde, ölçek sorunu yaşanmadan yüksek bir hassasiyet içerisinde yapılması,
- Orman yol ağlarına ilişkin olarak, yol yoğunluğu, yol aralığı, ortalama sürütme mesafesi ve işletmeye açma oranlarının sayısal haritalar yardımı ile belirlenmesi,
- Geçki etüdü ve orman yol ağına ait sayısal değerler yardımı ile mevcut yol ağı planı ve mevcut plana ek olarak planlanan yollar ile hazırlanan yeni yol ağı planının karşılaştırılmasının yapılması.

Böylece birden fazla geçkinin söz konusu olduğu durumlarda seçenekler arasından ormanı en uygun bir şekilde işletmeye açan planın seçiminde coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanma amaçlanmıştır.

1.2. Literatür Özeti

Orman Genel Müdürlüğü 1964 yılında sistematik orman yol ağı planlaması çalışmalarını başlatmış ve bu çalışmaları 1974 yılında tamamlamıştır (2). Bu çalışmalarda sadece verimli ormanlar dikkate alınarak toplam yol uzunluğu 144425 km olarak planlanmıştır. 1963 yılı itibariyle tesbit edilen orman yollarının sadece 20691 km'si bu planlara dahil edilmiştir (11). Son yıllarda ormancılık teknoloji ve tekniklerinin gelişmesi, rasyonel ormancılığın istekleri ve plan uygulamaları ile elde edilen sonuçlar bu planların revize edilmesini gündeme getirmiş ve yeni düzenlemeye göre toplam yol uzunluğu 201810 km olarak planlanmıştır. Bunun da, 1994 yılı sonu itibariyle 121503 km'si yani %60.21'i inşaa edilmiştir (12).

Erdaş, Acar, Tunay ve Karaman tarafından yapılan bir araştırmada Türkiye'de orman yolları açısından karşılaşılan darboğazlar, karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri şu şekilde verilmiştir (1).

- Orman yollarının batı ülkeleri standartlarının çok gerisinde olması,
- Yol yapım ve bakım makinalarının oldukça fazla yaşlı olması,
- Yol yapımı sırasında kayaların atılması sonrası harfiyatın yol altına dökülmesi ile meşcere zararlarının önlenememesi,
- Orman yollarının yılın yarısına yakın süre kapalı olması, uzun boy tomruk taşımacılığına teknik nedenlerle imkan vermemesi,
- İşletmeye açma oranının düşük olması, yol geçkilerinin zaman zaman çeşitli nedenlerle değiştirilmesi veya gecikmeler ile yapılması,
- Toplam 12 milyon ha bozuk orman sahaları, baltalık sahalar ve ağaçlandırma sahalarının yol ağı planlarının henüz yapılmamış olması,
- Gelişen ormancılık teknolojisine paralel olarak yol ağı planlarının revize edilmemiş olması veya yeterince hızlı yapılamaması ve yangın emniyet yol ve şeritlerinin tamamlanamaması.

Bu darboğaz ve güçlüklerin aşılması için çözüm önerileri ise şu şekilde sıralanmıştır:

- Orman yol yoğunluğu artırılmalı,
- Makinalı bölmeden çıkarmanın uygulanabilirliğini artırmak için yol aralığı değerleri daha da düşürülmeli,
- Orman yol ağı planlarının yenilenmesi çalışmaları bir an önce tamamlanmalı,
- Yıllık orman yolu yapım miktarları gerekli değer altına düşürülmemeli,
- Yeni yapılacak yol ağı planlarında orman hava hatlarındaki gelişmeler dikkate alınmalı,
- Yangına hassas yerlerde yangın emniyet yollarının planları tamamlanmalı ve uygulamaya geçirilmelidir (1).

Bayoğlu tarafından Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada, orman yollarının projelendirilmesi aşamasında yamaç stabilitesini göz önünde bulunduran bir geçki etüdüne gerek olduğu vurgulanmıştır. Geçkiyi etüd eden mühendisin, söz konusu yol üzerinde hareket edecek aracın en az dirençle karşılaşması için mümkün olan en uygun eğimi uygulaması gerekliliği ortaya konulmuştur. Bunun aksine çok sık değişen ve ters eğimlerden imkân ölçüsünde kaçınılmalıdır. Arazi şartları ne kadar çetin ve elverişsiz ise geçki etüdü de o ölçüde dikkat ve ihtina ile yapılmalıdır (13).

Bölgedeki arazi şartları ormanlardan faydalanma için belli yoğunluktaki (20 m/ha) orman yollarının ya sürütme yolları ile ya da daha çok kısa mesafeli vinçli hava hatları ile bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Sürütme yolları yapımı için arazinin uygun olduğu yerlerde (yamaç eğiminin % 60'a kadar) bu yolların 100-200 m aralıklarla geçirilmesi traktörlerin verimli olarak çalıştırılmasını mümkün kılacaktır. Daha dik yamaçlarda ise (60'tan yukarı) kısa mesafeli vinçli hava hatları ile yokuş yukarı çekimle bölmeden çıkarmayı gerçekleştirmek tek çözüm olarak ortaya çıkmaktadır (13).

Tan yaptığı çalışmada orman yollarının yapımının orman amenajmanı planının etkinliğini artırmanın en önemli yolu olduğunu belirtmiştir. Tan'a göre orman yolları yapımında en büyük faktör boşaltma kesimleri ile elde edilen ürünlerin düşük maliyetlerle taşınmasıdır. Orman yolları optimizasyonu geneksel olarak maliyet minimizasyonu problemlerini kapsamaktadır (14).

1950'li yıllarda orman yollarının planlanmasında ilk defa matematik modellerinin kullanımı ve bilgisayar destekli çalışmalar başlamıştır. Toplam maliyetlerin minimizasyonu için Matthews 1942 yılında bir geometrik hesaplama modeli geliştirmiştir (15). İsveç'te 1960 yılında Sundberg yol optimizasyon modeli için ortalama kesim hacmi ve geometrik hesaplama kullanmıştır. 1964 yılında Segebade bu modelin geliştirerek düz hat mesafesi ve transport mesafesinin farklarını açıklamıştır. Bu modelde orman ürününün yollar üzerinde taşınması ile arazideki taşınmasını ayrı birer fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Bu iki maliyet geometrik hesaplama teknikleri ile yol yapım ve bakım masraflarının minimizasyonu sayesinde optimize edilmişlerdir (16).

Minamikatta 1984 yılında yaptığı çalışmada, mevcut bir yolda komşu grid karelerindeki en yüksek yol yapım puanı taşıyan gridleri belirlemek için bir model geliştirmiştir. Meşcere karakteristikleri, arazi sınıflaması ve doğal değerler gibi farklı değerlendirme faktörlerini değişik ağırlıkta puanlandırarak, grid tabanlı coğrafi bilgi sistemlerinde değerlendirmiştir (17).

Duglas ve Hendersson yaptıkları çalışmada bir yolun başlangıç noktasından son noktasına kadar minimum maliyet geçkisinin bulunması için dinamik programlama algoritmasını kullanmışlardır. Burada her grid karesi farklı kriterlerden belirlenen maliyet

vermektedir. Yol geçkisi tamamen bilgisayar tarafından belirlenmekte ve yol geçkisi asla değiştirilememektedir (18).

Koger ve Webster 1986 yılında yaptıkları çalışmada, sürütmeye dayalı üretim sistemlerinde kârın maksimum yapılması için doğrusal programlama modelleri kullanmışlardır. Dört değişik üretim metoduna göre elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve en düşük maliyet ve en yüksek kâr oluşturan model seçilmiştir. Bu çalışmada FORTRAN IV dilinde yazılan L-O-S-T isimli program hazırlanmış ve kullanılmıştır (19).

Session ve Lii maliyet probleminin temel olarak çözümü için bilgisayar kullanımına gitmişlerdir. Matematiksel model kullanımı yerine, dikdörtgen şeklinde belirlenen alt çalışma alanlarında sürütme giderleri toplamı hesaplanmıştır. Bu modelde ortalama sürütme mesafesi geometrik hesaplama ile elde etmektedir ve bu sayede sürütme giderleri daha gerçekçi bir şekilde elde edilmektedir (20).

Session J ve Session J.B 1991 yılında yaptıkları çalışmada kesimler ile yol yapım çalışmalarını taktik planlama sayesinde birleştirmek için bütünleştirilmiş tamsayı programlama yöntemi kullanmışlardır. Kesimler ve yol inşaatlarının zaman içerisinde en iyi kombinasyonlarını oluşturmak için meşcereler arasındaki bağlantı ve meşcerelerin konumsal benzerliklerini kullanmışlardır (21).

Tan 1992 yılında yaptığı çalışmasında toplam transport, yol yapım ve bakım giderlerini grid tabanlı analiz sistemi kullanımı ile minimize etmiştir. Bu sayede en iyi yol geçkisinin önerisi yapılabilmektedir (14).

Lee ve Tomlin tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada, karayolu geçkilerinin belirlenmesi için kartografik modelleme yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada grid tabanlı coğrafi bilgi sistemi verileri kullanılmıştır. Karayolunun uzatılması için yapılan bu çalışmada en uygun geçkinin belirlenmesinde, başlangıç veri tabanını doğal ve sosyal faktörlerin yer aldığı iki bağımsız sınıfın katmanlarını içermektedir. Doğal faktör katmanları: bataklıklar, tehlike altındaki yaban hayvanları türlerinin bulunduğu alanlar ve ormanlık alanlardır. Sosyal faktörler katmanları, arkeoloji alanları ve yerleşime açık alanlardır. Bu iki sınıfın katmanları program tarafından değerlendirilerek yol için en uygun ve uygun olmayan alanlar belirlenmiştir. Bu işlem program tarafından 0'dan 10'a kadar değişen puanlandırma sistemi oluşturularak gerçekleştirilmiştir (22).

Arunpraparut ve Tasaka tarafından yapılan çalışmada, orman yol ağı oluşumunun derecesinin belirlenebilmesi için alfa ve beta indislerini parametre olarak kullanmışlardır. Beta indisi yol sayısının oranını ve bağlantı noktalarının sayısını belirtirken; alfa indisi, yamaç yollarının oranını ve belirlenen yamaç yollarının maksimum sayısını ifade eder. 1992 yılında H. Sakai ve K. Naya (1992), yamaç yollarının oranı % 25'i yaklaşması halinde alfa indisi 0'ı aşarken beta indisi ise 1.0 a yaklaştığını belirlemişlerdir. Bu durumda en sade bağlantıları

oluşturan yol ağı planı büyük oranda tamamlanmış olmaktadır. Bağlantı noktalarının sayısı, yolların sayısı, yol uzunlukları ve yamaç yolları işletmeye açma alanları ve sayılarının el ile belirlenmesi, orman yol ağı analizi için büyük bir işlem kalabalığı oluşturduğu ve zaman kaybına neden olduğu açıklanmaktadır. Vektör tabanlı coğrafi bilgi sistemi harita elemanlarını, çizgi, nokta ve alan detaylar olarak tanımladığı için, orman yol ağı indisleri olan alfa ve beta indislerinin belirlenmesi için en uygun araçları sundukları belirlenmiştir (23).

Arunpraparut, Tasaka ve Ochi tarafından yapılan çalışmada, orman yol ağı planlarının arazi üzerindeki dağılımı ve fonksiyonlarının belirlenmesi için coğrafi bilgi sistemleri kullanmıştır. Orman yol fonksiyonları olarak bağlantı fonksiyonu (CFR) ve işletmeye açma (AFR) fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir. CFR orman yolunun diğer orman yolları ile olan bağlantı yeteneğini açıklarken, AFR ise yolun ormanlık alana etki etme yeteneğini açıklamaktadır. CFR ve AFR orman yollarının bölümlere ayrılması ile orman yollarının planlanması için kullanılabilir. Çünkü, yolların harita üzerindeki mevcut fonksiyonları ve konumları belirlenebilir ve yamaç yollarının işletmeye açma ve bağlantı fonksiyonların belirlenmesi için kullanılabilir. Sonuç olarak, vektör tabanlı coğrafi bilgi sistemlerinin orman yol ağı dağılımının ve fonksiyonlarının belirlenmesinde etkili olarak kullanılabildiği vurgulanmıştır (24).

Ochi, Tsuji ve Tasaka tarafından yapılan çalışmada orman kaynaklarının değerlendirilmesi için hassas ve etkili bir metodoloji oluşturmak için coğrafi bilgi sistemlerinin olanaklarından faydalanmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada çalışma alanının topoğrafik verileri ve orman yolu bilgileri, coğrafi bilgi sistemleri temel katmanları olarak kullanılmıştır. Topoğrafyanın değerlendirilebilmesi için tüm alan için 5 m. çözünürlüklü arazi sınıflandırılması haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanının güneyinde kalan ve eğimi %26 - 32 arasında olan arazilerin, çalışma alanının kuzeyinde kalan ve eğimi %36'dan fazla olan alanlardan orman yolu yapımı için daha elverişli olduğu belirlenmiştir. Orman yolu dağılımının belirlenmesinde, her bir orman ünitesinde, bir orman yolundan etrafında bulunan ve 5 m. eninde ve uzunluğunda bulunan orman alanlarına olan en kısa hat mesafesi (Shortest Line Distance, SLD) hesaplatılmış ve böylece bütün alan için değerlendirme yapılmıştır. Ortalama en kısa hat mesafesi ve yol yoğunluğu sırasıyla 38 m.'den 244 m.'ye ve 120 m/ha'dan 20 m/ha'a kadar değiştiği gözlemlenmiştir. Coğrafi bilgi sistemleri ile en kısa hat mesafesi ve orman yol yoğunluğu değerlendirilmesi sadece sayısal değerler ile değil aynı zamanda konumsal yerleşim ve konumsal dağılım ve diğer bilgilerin kullanımı ile yapılmaktadır (25).

Thuresson tarafından 1995 yılında tamamlanan çalışmada, orman yolu optimizasyonu için grid tabanlı coğraf bilgi sistemleri kullanılmıştır. Planlamada kullanılan veriler uydu verilerinden sağlanmıştır. Bu çalışmada maliyet minimizasyonu yerine net bu günkü değeri maksimum yapan fonksiyon amaç olarak seçilmiştir. Bunun için orman amenajman planında asıl amaç açık olarak belirlenmiş olmalıdır (16).

Cheret ve Gay tarafından 1995 yılında tamamlanan çalışmada Fransa'da kayın ve göknar karışık meşcerelerinin olduğu ormanlarda üretim planının oluşturulması için coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanmışlardır. Coğrafi bilgi sistemleri bu çalışmada, belirlenen kriterler doğrultusunda jeoloji, orman kaynakları, fauna ve sahiplik durumu gibi bilgilerin haritalanması ve işlenmesi için kullanılmıştır. Haritalar, sürütme metodu ve oluşturulacak orman yollarının belirlediği geçkiler dikkate alınarak belirlenen orman üretim alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada ayrıca üretim alanı içerisinde yayılım alanı olan kahverengi ayıların yaşam aktiviteleri için önemli olan alanların da üretim alanı dışında bırakılmasında coğrafi bilgi sistemi veritabanından faydalanılmıştır (26).

Almanya'da Shiba, Ziesak ve Loffler tarafından yapılan çalışmada, orman yollarının planlanmasında modern teknolojinin kullanılması olanakları araştırılmıştır. Bu çalışmada ön bilgiler olarak sayısal arazi modeli, arazi ve meşcere veri bankası bilgilerine gerek duyulmuştur. Bilgisayar destekli bu yöntem zor arazi şartlarında sıfır hattı ve orman yol ağı planlanmasında kullanılmıştır. Sonuçta bütün bilgilerin değerlendirilmesi ile orman yol ağı planı oluşturulmuştur (27).

1.3. Orman Yolları

Orman yolları; ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden, lastik tekerlekli araçların bütün yıl taşıma yapmasına yönelik, orman içi ile orman dışı bağlantıyı sağlayan tek şeritli yollar olarak tanımlanabilir (28).

Orman yolları; ormanları entansif olarak işletmek, ormanları hastalık ve zararlarından korumak, yangınları söndürmek, orman yetiştirme ve bakım, orman içinde yaşayan köylerin yol ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılmaktadır. Bu amaç, gördüğü hizmet, geometrik standartları, planlaması, yapım tekniği ve yapıldığı yerlerin zorlukları ve özelliği nedeni ile orman yolları, kamu yararına yapılan kara yolu ve köy yolundan ayrılmaktadır (29).

Ayrıca, orman yollarının diğer kara yollarından teknik ve ekonomik yönden de ayrıcalık gösterdiği söylenebilir. Ekonomik ayrıcalık; orman yollarının ormancılık hizmetlerini karşılayacak ölçüde yeteri kadar ucuza mal edilmesi, teknik yönden ayrıcalık ise, ekonomik görüşün yanında yol elemanlarının yolun işlevlerini en iyi biçimde yerine getirmesidir (30).

Orman Yol Şebeke Plânlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik'te orman yol ağı planlarının amaç ve kapsamı, "bir orman topluluğunun entansif olarak işletilmesi için ekim, dikim, bakım, hastalık ve zararlılarla mücadele, yangınlardan koruma veya söndürme gibi çeşitli ormancılık hizmetlerinin zamanında, usul ve tekniğine uygun olarak yapılabilmesi amacıyla ormandaki tüm meşcerelere ulaşımı sağlamak"; tarifi ise, "bir orman topluluğundan elde edilecek her çeşit hasılatı amaca uygun bir şekilde ve sürekli olarak taşımaya ve çeşitli ormancılık hizmetlerini yapmaya elverişli vadi yolları, yamaç yolları sürütme yolları ve irtibat yolları gibi birbirine bağlı bir çok ana ve tali yolların genel projelerini oluşturmak" şeklinde ifade edilmektedir. Bütün bir dere sistemini içine alan su toplama havzası bir plan ünitesi olarak ele alınmakta, orman yol ağı planının böyle bir plan ünitesini tam olarak taşıma ve diğer ormancılık hizmetlerine açacak şekilde düzenlenmesi öngörülmekte ve plan ünitelerinin birleştirilmesi ile Seri veya İşletme Şefliği bazında "Genel Orman Yol Ağı Plânı"nın meydana getirileceği bildirilmektedir (2).

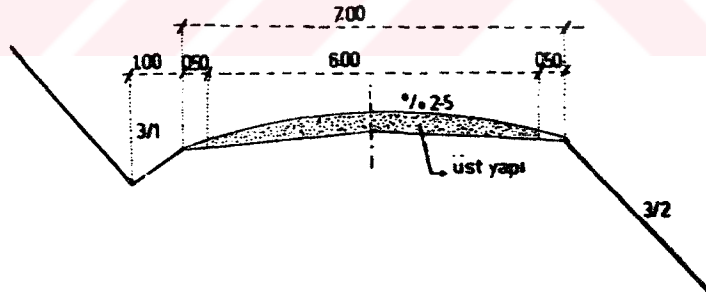
1.3.1. Orman Yol Tipleri

Orman yolları, bir yılda üzerinden taşınacak ürün miktarı ve yapılış amaçları dikkate alınarak iki ana gruba ayrılmışlardır. Bu yollar: Ana orman yolları ve Tali orman yollarıdır (A tipi tali orman yolu ve B tipi tali orman yolu). Bu yolların geometrik standartları aşağıda gösterilmiştir (31).

Tablo 1. Orman Yolları Geometrik Standartları (31).

Yolun Tipi	Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu	
		A-Tipi	B-Tipi
Platform Genişliği (m)	7	6	4
Şerit Sayısı (Adet)	2	1	1
Azami Eğim (%)	8	10	12
Asgari Kurp Yarıçapı (m)	50	35	10-12
Şerit Genişliği (m)	3.5	3	4
Banket Genişliği (m)	0.50	0.50	0.50
Hendek Genişliği (m)	1.00	1.00	1.00
Üstyapı Genişliği (m)	6	5	3

Trafiğe uygun genişliği (platform) 7 m. ve hendek genişliği 1.00 m olup toplam genişliği 8.00 m olan ve genellikle ana vadilerde yapılan yollar ana orman yollarıdır. Bu genişlikte yol yapılabilmesi için o yol üzerinde bir yılda taşınacak orman ürünü miktarının 50.000 m³'ten fazla olması ve yapımı için Orman Genel Müdürlüğü'nden özel izin alınması gerekmektedir. Bu tip yolların tamamı 6 m. genişliğinde üst yapı malzemesi ile kaplanmalı, asgari kurp yarıçapı 50 m. azami meyil % 8 olmalıdır (32). Ana orman yolları, vadi tabanlarında düşünülmeli ve bir işletmeye açma ünitesinin bütünüyle ve eşit şekilde işletmeye açılmasını sağlamalıdır.



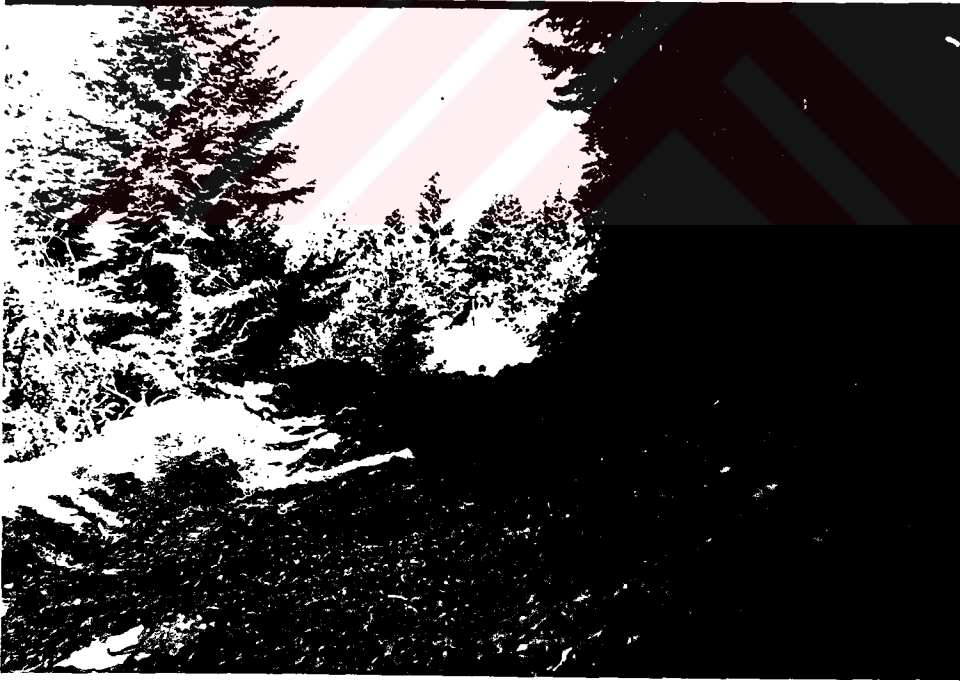
Şekil 1. Ana Orman Yolu Kesiti

Trafiğe uygun genişliği (platform) 6 m. ve hendek genişliği 1.00 m. olup toplam genişliği 7.00 m. olan orman yolları A tipi tali orman yollarıdır. Bu genişlikte yol yapılabilmesi için o yol üzerinde bir yılda taşınacak ürün miktarının 25.000 - 50.000 m³ arasında olması ve yapımı için Orman Genel Müdürlüğü'nden özel izin alınması gerekmektedir. Bu tip yolların tamamı 5 m. genişliğinde üst yapı malzemesi ile kaplanmalı, asgari kurp yarıçapı 35 m. ve kullanılan en yüksek eğim değeri % 10'u geçmemelidir (şekil 2) (31).

Orman yolu yapım çalışmaları iki ana grupta toplanır. İdari işler: yapım çalışmalarında işçiler ile ilgili barınma, beslenme, çalışma gruplarının oluşturulması, iyi kalitede yardımcı alet (kazma, kürek vs.) ve makinelerin temin edilmesi gibi konuları kapsar. Teknik işler ise: yapılacak işlerin önceden belirlenmesi ve bir programa bağlanması, malzeme ve ekipmanların zamanında iş yerine getirilmesi, teknik gereksinimleri karşılayacak basit yapım metodların belirlenmesi, makinalara, işçilere ve sanat yapıları ekiplerine iyi bir iş dağıtımı yapılması ve bu ekiplerin boş beklememelerini sağlamak gibi konuları organize etmektir.

Orman yollarının yapımı sırasında yol yapım makinelerinin verimli çalıştırılmaları sağlanmalıdır. Bunun için:

- Yol geçkilerine rastlayan ağaç ve kökler önceden temizlenmelidir. Geçkilerin önceden temizlenmesinde verim ortalama % 30 oranında artmaktadır.
- Yağmurlu günler sonunda çamur haline gelen yollarda motorlu araçların yol yapım makinelerine gerekli akaryakıtı temin edemeyeceği göz önünde tutularak iş yerinde daimayedek yakıt stoku bulundurulmalıdır.
- Dozerler gerekmedikçe yokuş yukarı çalıştırılmamalıdır (şekil 5).

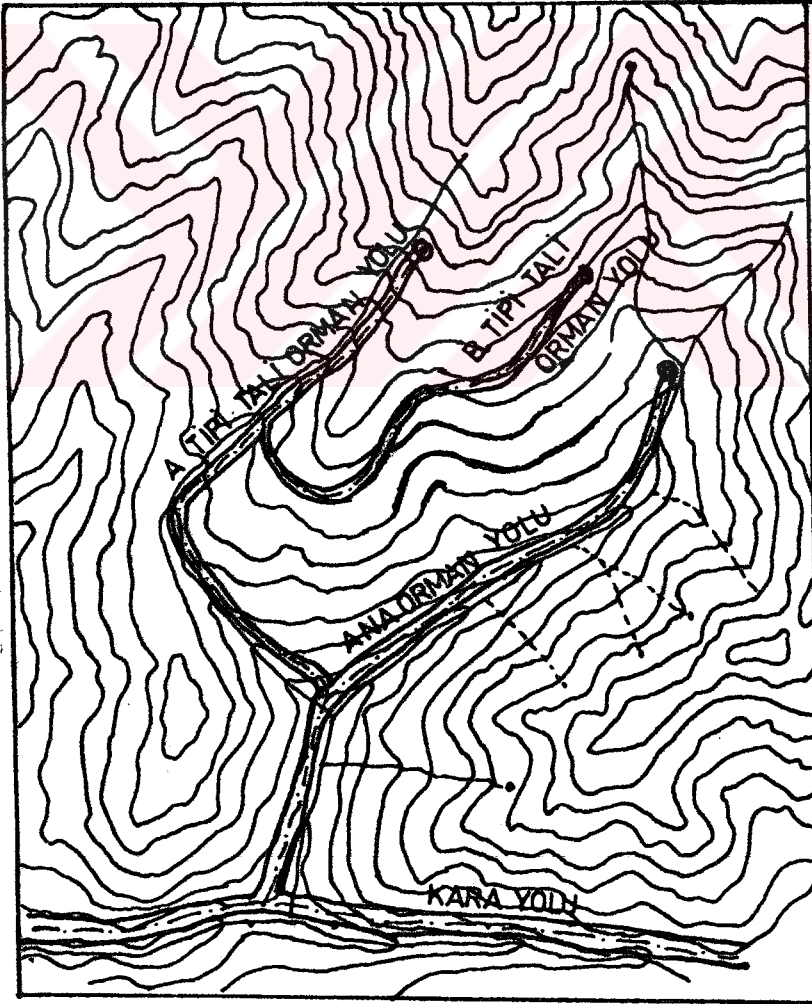


Şekil 5. Orman Yolu Yapımı Çalışmaları

- Dozerler hiç boş bırakılmamalı ve bekletilmemelidirler.
- Yol yapımı için en uygun aylar Mart-Kasım aylarıdır. Bu zaman aralığı içinde makinelerin normal çalışma yanında fazla mesai yapmaları sağlanmalıdır.

Şekil 6'da dağlık alanlarda bir ormanın işletmeye açılması ve diğer ormancılık çalışmalarının yapılabilmesi için oluşturulacak bir yol ağı sisteminde orman yollarının dağılımı görülmektedir. Bu modelde, karayollarından ana orman yolları ile ayrılarak orman alanı içerisine girilmektedir. Ana orman yolu, orman içerisindeki bütün yolların bağlandığı yoldur. Ana orman yolundan A tipi orman yolları ile ayrılarak orman alanı parçalara bölünür. Daha sonra B tipi orman yolları ile orman alanı kavranır. Düz alanlarda yol sistemi aynı olurken sadece geçkiler düzgün bir şekilde oluşur ve yol ağı sistemi bir balık kılçığı yapısını çağırır.

Dağlık alanlarda orman yolları, vadi, yamaç veya sırtta planlanmalarına göre isim alırken düz alanlarda ise sadece orman yolu ismi ile anılırlar. Dağlık alanlarda vadi yolları genellikle ana orman yolu veya A tipi tali orman yolu standardında, yamaç yolları ise genellikle B tipi tali orman yolu standardında planlanırlar.



Şekil 6. Dağlık Alanlarda Bir Orman Yol Planlama Modelinde Yolların Hiyerarşisi

Orman ürünleri öncelikle sürütme yollarına getirilir, buradan B tipi veya A tipi orman yolları üzerinde taşınarak ara depolara ulaştırılırlar. Orman ürünlerinin ana depolara veya pazarlama merkezlerine taşınması ise ana orman yolları ve devlet karayolları üzerinde yapılır.

1.3.2. Orman Yol Geçkilerinin Oluşumunu Etkileyen Faktörler

Gerek orman içine her türlü teknik ve idari işleri götürebilmek, gerekse odun hammaddesini orman içinden tüketim yerlerine kadar taşımak amacıyla orman yollarının orman içinde bir ağ şeklinde oluşturduğu birlik ve bütünlüğe "Orman Yol Ağı" adı verilmektedir.

Orman yolları, ormanların genel orman yönetim amaçları doğrultusunda işletilmesi ve orman ürünlerinin pazara ulaştırılması amaçları ile yapılırlar. Orman yolları, yüksek yapım maliyeti içermekte olup ayrıca yapım sonrasında sürekli olarak bakım masrafları oluşturmaktadır. Ancak her yeni yol yapımı, ormanlık alanlardaki taşıma masraflarını, orman ürünlerinin orman yolları üzerinde taşınması sayesinde azaltmaktadır. Orman yolları üzerinde yapılan taşıma masrafları, ormanlık alanlarda yapılan taşıma masraflarından belirgin bir şekilde düşüktür (34). Orman yol ağı planlaması genellikle orman yolu yapım, bakım, orman yolları üzerinde yapılan taşıma ve bölmeden çıkarma masraflarını minimize yapma amaçlarını sağlayacak, orman yol yoğunluğu, yol geçkileri ve orman yol standartlarının belirlenmesini içermektedir (14). Bu nedenle orman yol ağlarının planlanması, orman yolları üzerinde yapılan taşıma masrafları ile bölmeden çıkarma masraflarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini içermelidir (34). Ancak bu çalışma kapsamında orman yol ağlarının planlanması aşamasında, orman yol geçkilerinin belirlenmesi çalışmalarının bilgisayar ortamında yapılması amaçlandığı için ekonomik analizler yapılmayacaktır.

Bir orman alanı için orman yol geçkilerinin belirlenmesinin yapılacağı zaman bir çok faktörün değerlendirilmesi gerekmektedir. Orman yollarının planlanması sırasında etkili olan ana faktörler şunlar olabilir (14):

- Bölge ormanlarında yapılan ormancılık çalışmaları (gençleştirme, ağaçlandırma, planlama vb.),
- Ormancılık çalışmalarında kullanılan teknolojilerde meydana gelen değişiklikler (orman hava hatları ile bölmeden çıkarma, makinalı ağaçlandırma çalışmaları vb.),
- İşletmeye açılan ormanların meşcere hacimleri, ağaç türleri, ve konumsal durumları,
- Arazi şartları, jeolojik ve hırdojeolojik yapı gibi çevresel faktörler,
- Ormanların işletmeye açılması için planlanan orman yollarının yapım ve bakım maliyetleri,

- Tarımsal çalışmalar ve kültürel aktiviteler gibi ormancılık dışı çalışmalar,
- Mülkiyet sorunları ve ülke politikaları gibi diğer faktörler.

Orman yol ağlarının planlanması işleminde yukarıda açıklanan faktörlerin incelenmesi karmaşık ve oldukça zor bir çalışmadır. Bazı faktörler, orman yollarının maliyetlerini doğrudan etkilediği için sayısal olarak değerlendirilebildiği gibi bazı faktörlerin etkilerinin sayısal olarak ortaya konulması oldukça güçtür. Bu faktörlerin değerlendirilmesi değişik alanlarda bireysel planlama deneyimleri ile yapılmaktadır. Orman yolları maliyetleri ve oluşturdukları faydaların belirlenmesi, orman envanter verileri, orman amanejman bilgileri, topoğrafik haritalar, orman haritaları, hava fotoğrafları, arazi notları, geçmişte yapılan çalışmalara ait bilgiler ve planlanmacının deneyimleri yardımı ile yapılmaktadır (14, 34).

Bir yol ağının planlanması jeolojik koşulların etüd edilmesi ile başlar. Jeolojik haritaların yanında arazide mevcut dolgular, faylar, heyelan bölgeleri v.b. yol ağlarının oluşturulmasına ışık tutacak oluşumlardır. Bu arada zeminin stabilitesi, taşıma yeteneği, hidrojeolojik yapı ile kazı ve dolduru malzemesi olarak kullanılabilirliği yolun geçki etdünde son derece önemlidir. Bu özelliklerin olumsuz olduğu yerden yolun geçirilmesi son derece sakıncalıdır. Bu faktörlerin zamanında bilinmesinin yapım sırasında yolun uygulanabilme olanağına katkısı son derece büyük olup yapım aşamasında yol giderlerinden büyük ölçüde tasarruf sağlanabilir.

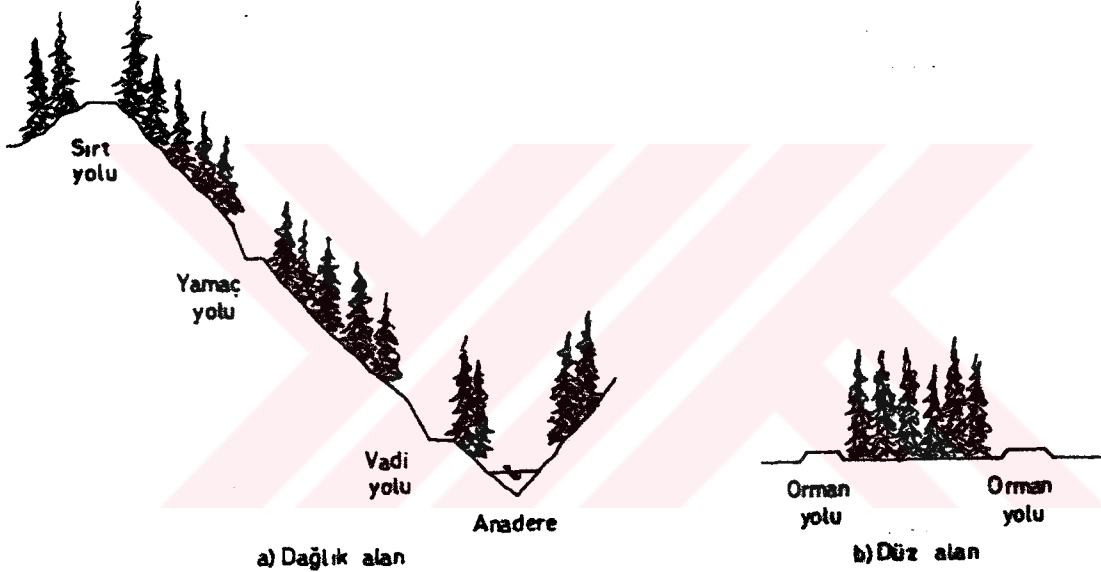
Klimatik faktörler olarak yıllık yağış miktarı ve bunun aylara ve mevsimlere göre dağılışı, kar örtüsü, erozyon sorunu v.b. yolun planlanmasında dikkate alınmalıdır. Yerel iklim koşulları bütün orman işletmesini etkilediği gibi yol ağlarının oluşturulmasını da etkiler. Bilindiği gibi orman yollarının geçirilmesi sırasında güneşe bakan ve kurak olan yamaçlar özellikle yol bakım giderlerini düşük tutacağı nedeniyle tercih edilirler.

Yerel su koşulları yol ağlarının oluşturulmasında en az diğer faktörler kadar etkilidir. Öncelikle suyun, yola zarar verici bir unsur olduğu ve onu en uygun eğim uygulayarak en zararsız şekilde akıtmanın gerekliliği gözden uzak tutulmamalıdır.

Orman yollarının çoğunluğu vadi yollarıdır. Bu yolların taşıma kapasiteleri ve yapım giderleri oldukça yüksektir. Bu nedenle bu yolların akarsuların olumsuz etkilerinden korunmaları gerekir. Bunun yanında oluşabilecek en yüksek su seviyesi akarsularla sürüklenen ağaçlar, kütükler ve toprak malzeme ile akarsuyun yol doldurusuna yapacağı erozyon da düşünülmelidir. Akarsularda normal koşullarda en yüksek su seviyesi ve sel halinde en yüksek su seviyesi olmak üzere iki yüksek su seviyesi söz konusudur. Vadi yolları en yüksek normal su seviyesinden daha yüksek olmalıdır. Orman yollarının, sel oluşması halinde oluşacak en yüksek su seviyesinden daha yüksek olup olmayacağı teknik ve

ekonomik koşullara bağlıdır. Birçok hallerde bu amaç için orman yolunun daha yüksekten geçirilmesine gerek yoktur (şekil 7).

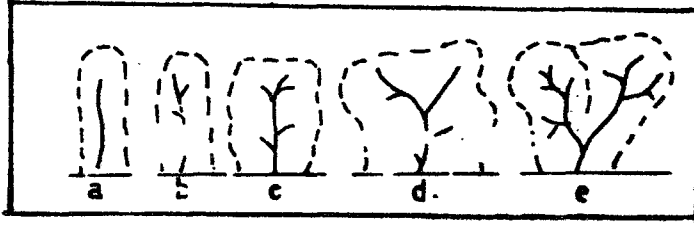
Ormanların iç kısımlarına ulaşma genellikle yamaç yolları ile sağlanır. Yamaç yolları dağlık alanlarda söz konusu olmaktadır. Yamaç yolları genellikle geçtikleri yamaçların üst kısımlarında kalan ormanlık alanları işletmeye açarlar. Yamaç yollarının yapımı birleşik ve bağlantılı vadilerde oldukça problemler oluşturmaktadır. Yamaç yolları geçkilerinin belirlenmesinde, yolların dağlık alanda paralelliklerinin sağlanması oldukça güç olmaktadır. Yamaç yollarında su akıtma hendeklerine ve hendeklerde toplanan suların yol platformuna zarar vermeden yamaç tarafına akıtılmasını sağlayacak olan sanat yapılarına son derece önem verilmelidir. Ayrıca kazı ve dolgu şevleri yüzeyleri erozyona karşı mutlaka korunmalıdır.



Şekil 7. Dağlık ve Düz Alanlarda Orman Yollarının Konumu

Sırt yolları, sırt ve sırtlara yakın yerlerde özellikle dağlık alanlardaki yerleşim birimlerinin birbirine bağlanması amacıyla planlanan yollardır. Su ayırıcı çizgilerine yakın olmaları nedeniyle sağlam ve kuru yollardır. Yapımları kolaydır ve sanat yapıları gerektirmezler. Sırt yolları orman yol ağları içerisinde ormanları işletmeye açma yönünden büyük önem taşımazlar.

Orman yol planlamasında vadi şekillerinin etkisi oldukça belirgindir. Vadi şekilleri ise arazinin jeolojik yapısına bağlıdır. Jeolojik yapıya ve yaşa göre bir vadinin su toplama havzası birbirinden çok farklı şekiller gösterir (Şekil 8).



Şekil 8. Vadilerde Su Toplama Havzalarının Şematik Olarak Gösterilmesi

- a) Düz vadiler b) Dar vadiler c) Geniş vadiler
d) Birleşik vadiler e) Bağlantılı vadiler

Vadilerin en basit şekillerini uzun ve yaklaşık düz olan ve parçalanma göstermeyen vadiler oluşturur. Böyle vadiler yol yapımı için en uygun yerlerdir. Biraz daha parçalanmış geniş vadiler yol yapımı yönünden fazla zorluk çıkarmaz. Bir kaç düz veya dar vadinin birleşmesi ile ortaya çıkan birleşik veya bağlantılı vadiler bir yaprak görünümünde olup arazi dik, yol planlaması kompleks ve zordur.

Herhangi bir vadide, vadi tabanı çok geniş değil ise tek bir vadi yolu her iki yamaç için yeterlidir. Vadi tabanı genişledikçe yamaçların herbirisinde karşılıklı bağımsız iki yol yapmak daha uygun olabilir. Ormancılık yönünden vadilerin işletmeye açılmasında en önemli husus her vadinin sürekli açık bir yola kavuşturulmasıdır. Bu yolların son noktalarının birbirine bağlanması iki yamacı bağlaması yönünden amaca son derece uygundur. Kayalıklardan oluşan vadiler yol planlaması ve yapımı yönünden oldukça zor sorunlar ortaya çıkarırlar. Bu sorunlar hem yol yapımındaki teknik ve ekonomik sorunlar hem de orman işletmeciliğinde ortaya çıkan zorluklardır (bölmeden çıkarma, tomrukların parçalanması, arazinin dikliği yüzünden yol yapım sorunları gibi). Böyle hallerde yolu kayalık arazinin daha yukarisından geçirmek daha uygun olabilir.

Dağlık ve tepelik arazilerde ormanlar genellikle yamaçlarda bulunur. Bu nedenle yamaçlarda daha çok yol planlamak böylece sürütme mesafesini daha kısa tutmak amaca daha uygundur.

Ormanların yollarla işletmeye açılması doğaya yakın bir orman işletmeciliği yapılabilmesi için en önemli koşuldur. Doğaya yakın bir işletme uygulayabilmek için ise yol ağları aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- 1- Orman alanı ekim, dikim, bakım ve yararlanma için yeterli bir yol ağına sahip olmalıdır,
- 2- Silvikültürel amaçlara uygun olarak damgalanmış olan ağaç meşcereye ve toprağa zarar vermeden çıkarılabilmelidir,
- 3- Yararlanma ve bölmeden çıkarma bilinen yöntemlerle yapılmalı ve en azından giderleri karşılayabilmelidir.

Görüldüğü gibi orman işletmeciliğinin entansif olarak yapılması yol ağlarının şekline ve yol yoğunluğuna sıkı sıkıya bağlıdır. Yol yoğunluğu ise ekonomik koşullar tarafından

belirlenir. Orman işletmeciliğini silvikültür ve amenajman amaç ve metodları belirlediğinden, orman yol ağları şekli ve orman yol yoğunluğu bu amaçlara uygun olmalıdır.

Bilindiği gibi traşlama işletmesinde ağaçlar bütün bir alan üzerinde kesilmektedir. Bu nedenle bütün işler bu alanda yoğunlaşır. Böylece traşlama işletmesinde orman yollarının ve orman ürünleri taşımacılığının önemi artar. Yol ağı ve kesim düzeni birbiri ile doğrudan ilgilidir. Bu işletme şekli kesilen ağaçların taşınması ve alanın boşaltılması için yeteri kadar yol gerektirir. Siper işletmelerinde siperlerin oluşturulması ve alanın temizlenmesi yeterli ve dallanmış bir yol ağı gerektirir. Yan yollar bu işletme için son derece gereklidir. İyi bir yol ağı olmadıkça bu işletme içinde biyolojik ve teknik bir takım sorunlar ortaya çıkar. Yol ağı ve kesim düzeni bu işletmelerde çok iyi koordine gerektirir. Bilindiği gibi ancak çok kısa sürütmelerle gençlik korunabilir. Çok sayıda küçük kesim hacimi, taşıma araçlarının kesim yerine kadar ulaşabilmesini gerektirir. Seçme işletmesinde yol ağlarının önemi daha da artar. Kesim düzeninin olmaması nedeniyle bu işletme içinde çok sık bir ana yol, yan yollar ve sürütme yolları ağı oluşturmak ormana biyolojik olarak zarar vermemek için son derece zorunludur.

1.3.3. Orman Yol Ağlarının Planlanmasında Kavramlar

1.3.3.1. Yol Yoğunluğu

Planlama alanında, hektar başına düşen yol uzunluğuna yol yoğunluğu denir. Orman yol ağları odun hammaddesinin taşınmasına hizmet ettiğinden yol yoğunluğu da bu nedenle taşıma isteklerine uygun olarak belirlenmelidir. Odun hammaddesinin ideal bir şekilde taşınması ise ağaçların meşcere içinden her an, en kısa yoldan, toprağa ve meşcereye zarar vermeden taşınmasını gerektirir.

Yol yoğunluğunun derecesi her şeyden önce ormancılığın entansif şekilde uygulanıp uygulanmadığına bağlıdır. Bununla birlikte yine de genel ekonomik yapıdan soyutlanamaz. Bu da orman yol yoğunluğunun belirlenmesinin çok yönlü bir çalışma olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki faktörler yüksek bir yol yoğunluğu değeri gerektirir:

- Uygun yetiştirme koşulları ve yüksek verim
- Yüksek sürütme giderleri
- Düşük yol yapım ve bakım giderleri
- Artan işçi ücretleri

Bu açıklamaların ışığı altında orman yol yoğunluğu bir orman alanındaki yolların metre cinsinden toplam uzunluğunun bu ormanın hektar olarak tüm alanına bölünmesi ile bulunur. Buna göre yol yoğunluğu:

$$\text{Yol Yoğunluğu} = \frac{\text{toplam yol uzunluğu}}{\text{orman alanı}} = \dots\dots (\text{m/ha}) \quad (1)$$

veya

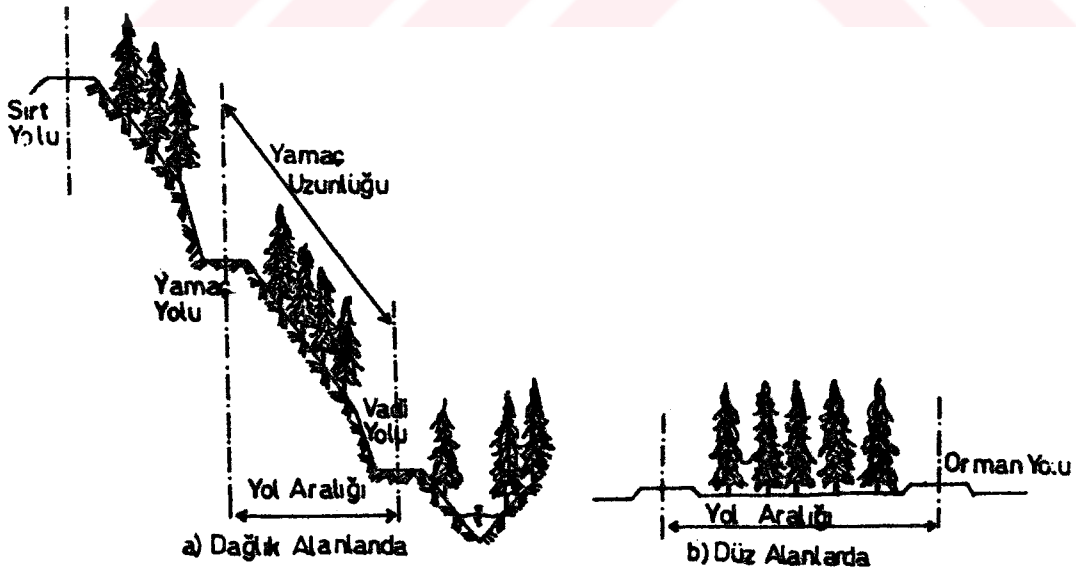
$$\text{YY} = 10000 / \text{Yol Aralığı} \quad (2)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir.

Yol yoğunluğunun yukarıdaki açıklamalarda ve formüllerde yer alan faktörlere bağlı olarak bir ormandan diğerine değişebileceği açıktır. Yani bir ormanın kendine özgü koşulları ve bu koşulların dikte ettiği bir yol uzunluğu vardır. Ancak bu formüllerle elde edilen ekonomik yol yoğunluğunun, bu yoğunluk üzerinde daha başka etkenler rol oynayacağından matematik bakımından kesin bir ölçü olarak alınması doğru değildir. Bu, daha çok ekonomik bir göstergedir.

3.3.3.2 Yol Aralığı

Yol aralığı, iki yol arasında yol eksenine dik olarak ölçülen ortalama yatay uzaklık olup yol yoğunluğuna karşın gerçeğe daha yakın bir ölçüdür. Dağlık alanlarda yamaç uzunluğu ve yol aralığı farklı değerler almaktadır (şekil 7).



Şekil 9. Düz ve Dağlık Alanlarda Yol Aralıkları

Yol aralığı yol yoğunluğu ile olan bağıntısı yardımı ile hesaplanır. Yol yoğunluğu ve yol aralığı arasında;

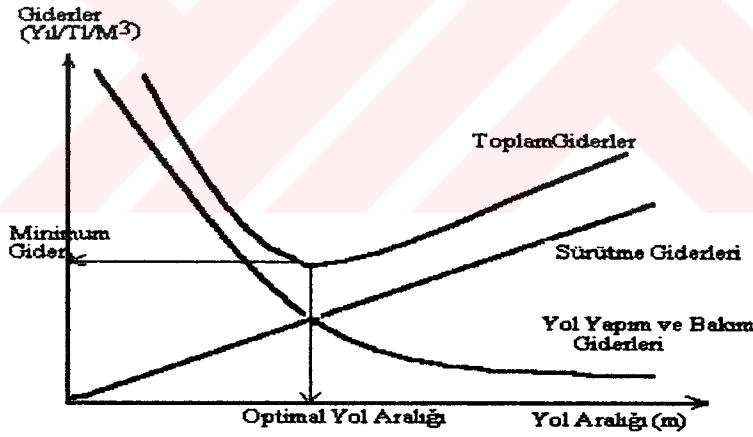
$$YY \times YA = 10000 \text{ bağıntısı vardır.} \quad (3)$$

Örneğin, bir ormanda yol aralığı 40 m/ha olarak belirlenmiş ise ve arazinin de düz olduğu varsayılırsa, ortalama yol aralığı:

$$YA = \frac{10000}{YY} = \frac{10000}{40} = 250 \text{ m olur.} \quad (4)$$

Ancak dağlık alanlarda bu bağıntı ile hesaplanan yol aralığı değeri, arazide yolların yapımı ile oluşan yol aralığı değerinden farklıdır. Çünkü bu bağıntı harita düzlemini için geçerlidir. Harita düzlemindeki uzunluk ile arazide ki yamaç uzunluğu arasında o yamaç eğiminden kaynaklanan farklar oluşur. Bu nedenle fomül ile hesaplanan yol aralığı değerleri arazide oluşan yol aralığı değerlerinden her zaman küçük olmaktadır. Düz arazilerde ise bu sorun yaşanmaz .

Orman yollarında en ekonomik yol aralığı, yol yapım giderleri ve sürütme giderleri arasındaki bağıntı yardımıyla belirlenir (şekil 10).



Şekil 10. Yol Aralığının Belirlenmesi

Bölmeden çıkarmanın kablo hat sistemleri ile yapıldığı ormanlarda, yol aralığı seçilen ya da kullanılan kablo hat sisteminin veya sistemlerinin toplam çıkarma uzunluğu ile sınırlıdır

Yol aralığı ile ilgili olarak Türkiye'deki uygulama şudur: Ormanda mevcut ortalama servet:

- 250 m³/ha olduğu yamaçlarda yol aralığı 500 m,
- 100-250 m³/ha olduğu yerlerde yol aralığı 1000 m,
- 100 m³/ha olduğu yerlerde yol aralığı 1500-2000 m'dir.

1.3.4.3. Sürütme Mesafesi

Sürütme mesafesi, üretilen odun hammaddelerinin bulunduğu yerden en yakın yola veya başka ulaşım tesislerine kadar sürütüldüğü uzunluktur. Sürütme mesafesi konusuna girmeden önce transport sınırı kavramının oluşması gerekmektedir. Transport sınırı, üzerinden çeşitli yollara taşıma yapılan alanları bir birinden ayıran sınırdır.

Sürütme mesafesi üç değişik şekilde belirlenebilir: ürünler en kısa hattan orman yoluna sürütülüyorsa, En Kısa Sürütme Mesafesi (SM_0); ürünler arazi şekline göre en uygun yerlerden geçirilerek sürütülüyorsa, Gerçek Sürütme Mesafesi (SM_g); ürünler her zaman yola dik ve en kısa hat üzerinde sürütülüyorsa, En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafesi (SM_m) olarak değerlendirilirler. Bu çalışmada sürütme mesafesi sayısal haritalar üzerinde ölçüldüğü için en sağlıklı olarak En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafesi (SM_m) belirlenmiş ve çalışmalarda bu değerler kullanılmıştır.

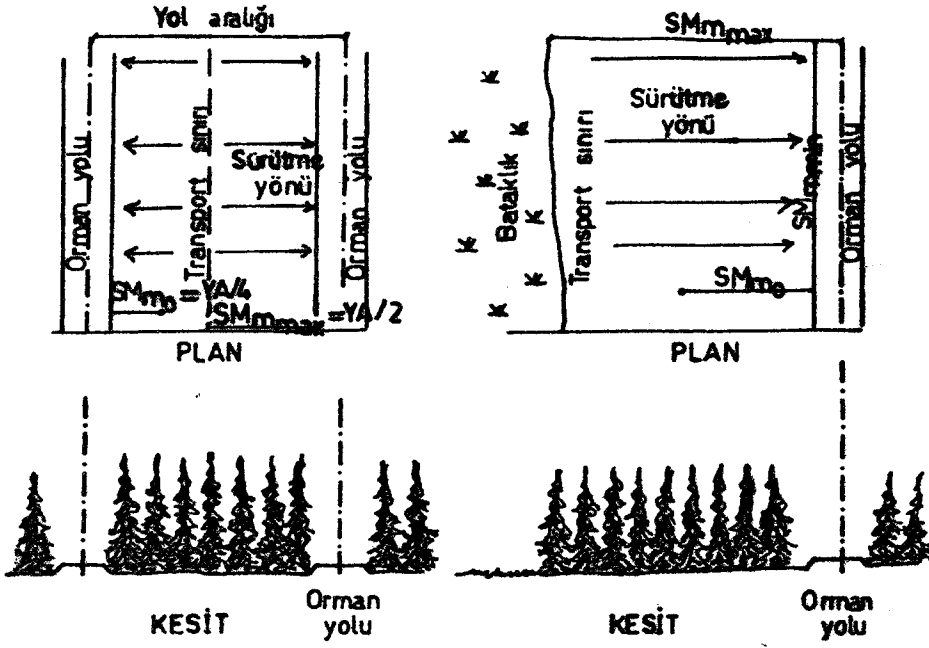
Sürütme mesafesi, sürütmenin yapıldığı arazinin düz veya dağlık oluşuna ve sürütmenin tek veya çift taraflı yapılışına göre değişiklik göstermektedir.

Düz alanlarda çift taraflı yapılan sürütmede transport sınırı, yan yana yer alan iki orman yolu arasından geçtiği kabul edilen çizgidir. Maksimum Sürütme Mesafesi ($SM_{m_{max}}$) Transport sınırı ile yol arasında kalan uzaklığa eşittir. Bu uzaklık aynı zamanda yol aralığının yarısına eşittir. Ortalama sürütme mesafesi (SM_{m_0}) ise Maksimum Sürütme Mesafesi ile değeri "0" olan Minimum Sürütme Mesafesinin ($SM_{m_{min}}$) ortalamasına eşittir. Bu değer de yol aralığının dört'te bir'ine eşittir (şekil 11).

Düz alanlarda tek taraflı yapılan sürütmelerde transport sınırı, sürütülecek olan orman ürünlerinden yola en uzak noktalarda bulunanların oluşturduğu sınırdır. Böyle alanlarda maksimum sürütme mesafesi ($SM_{m_{max}}$) transport sınırı ile yol arasında kalan uzunluktur. Ortalama sürütme mesafesi (SM_{m_0}) ise maksimum sürütme mesafesinin yarısına eşittir (şekil 12).

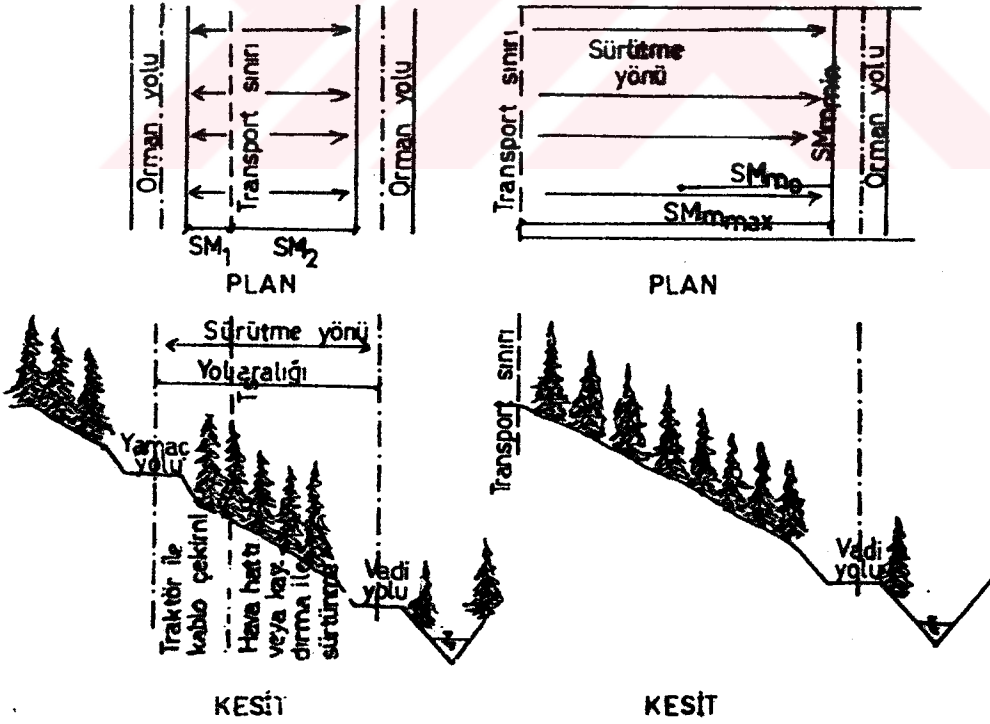
Dağlık alanlarda ise transport sınırı arazi şartları ve kullanılan bölmeden çıkarma metodunun etki sahası uzunluğuna göre değişmektedir. Dağlık alanlarda tek taraflı yapılan sürütmede transport sınırı sırtlarda oluşur. Sürütme mesafesi ($SM_{m_{max}}$) sırtlar ile yol arasında kalan uzunluktur. Ortalama sürütme mesafesi ise maksimum sürütme mesafesinin yarısına eşittir (şekil 14).

Dağlık alanlarda çift taraflı yapılan sürütme işleminde transport sınırı iki orman yolu arasında kalan alanda, kullanılan bölmeden çıkarma metodunun etki uzunluğuna göre değişmektedir (şekil 13). Maksimum Sürütme mesafesi ($SM_{m_{max}}$) transport sınırı ile orman yolu arasında kalan uzunluk, ortalama sürütme mesafesi ise maksimum sürütme mesafesinin yarısına eşittir.



Şekil 11. Düz Alanlarda Çift Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi

Şekil 12. Düz Alanlarda Tek Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi

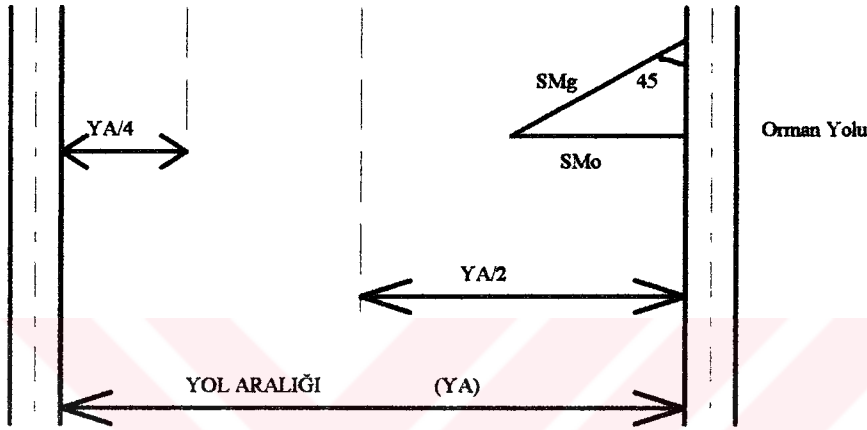


Şekil 13. Dağlık Alanlarda Çift Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi

Şekil 14. Dağlık Alanlarda Tek Taraflı Sürütmede Transport Sınırı ve Sürütme Mesafesi

Uygulamada sürütmenin yola dik olarak yapılmadığı zamanlarda En Kısa Sürütme Mesafesi (SM_0) ile Gerçek Sürütme Mesafesi (SM_g) arasında şu bağıntı vardır: sürütmenin yola 45° 'lik açı altında gerçekleştirildiği hallerde (Şekil 15) Gerçek Sürütme Mesafesi (SM_g):

$$SM_g = \frac{SM_0}{\sin 45^\circ} \text{ eşitliği ile bulunabilir.} \quad (5)$$

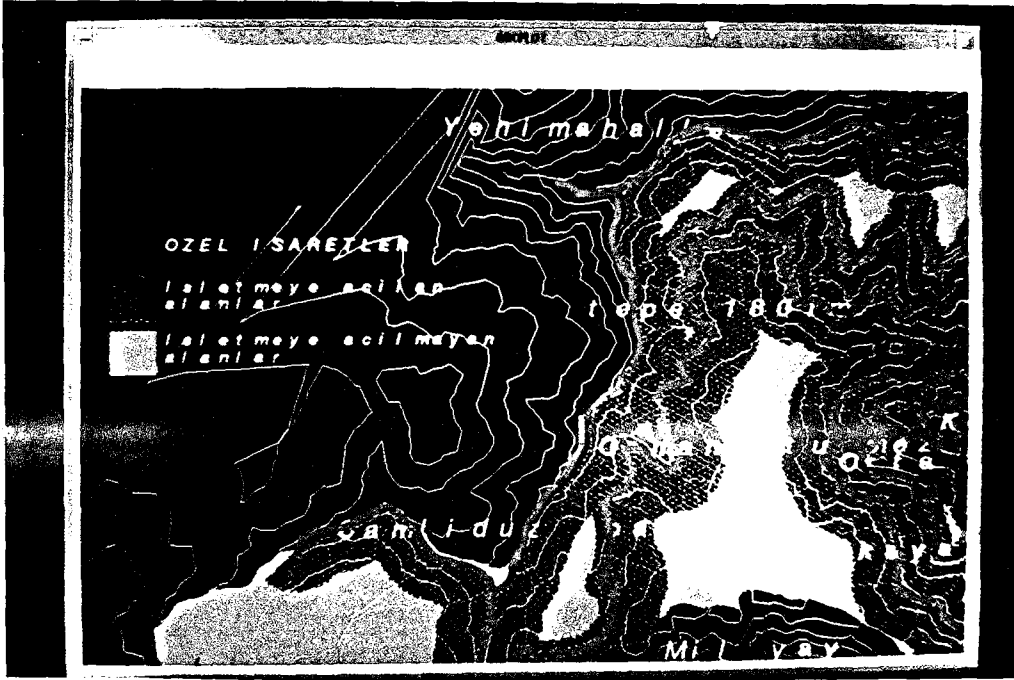


Şekil 15 . Çift Taraflı Sürütmede Sürütmenin 45° 'lik Açı Altında Yapıldığı Hallerde Gerçek Sürütme Mesafesinin Bulunması

1.3.3.4. İşletmeye Açma Oranı

Bir ormanın, bir yol ağı ile işletmeye açılmasında başarı durumunun belirlenmesinde işletmeye açma oranı (İAO) kullanılır. Bir orman yolu geçtiği yamaçta, kullanılacak bölmeden çıkarma yöntemine göre belirli uzunlukta ki bir şeritte, orman ürünlerinin primer transportunu olanaklı hale getirir (şekil 16). Bu şeride işletmeye açma şeridi denir. Bu orman yolu yanı zamanda da işletmeye açılan alan içerisinde diğer ormancılık çalışmaların yapılmasına olanak yaratır.

İşletmeye açma şeridi alanı bir metodla bulunursa (örneğin planimetre, bilgisayar yazılımları vb.), buna göre işletmeye açma şeridi veya şeritlerinin alanının bütün orman alanına oranı işletmeye açma oranını vermektedir.

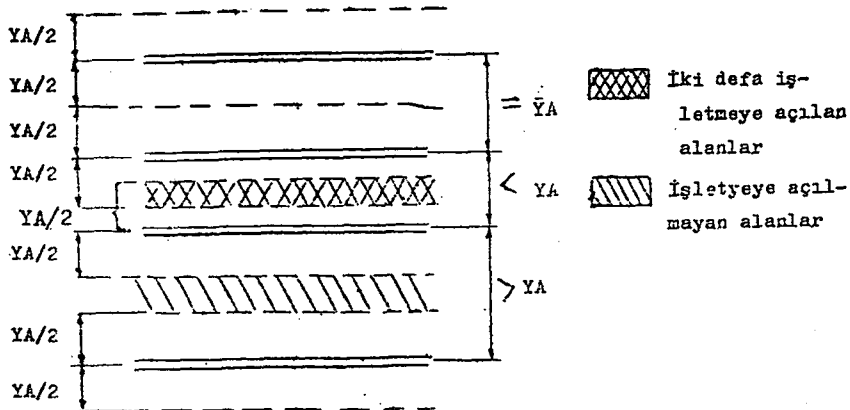


Şekil 16. Bir Yolun İşletmeye Açma Şeridi

İşletmeye açma oranı, yolların bütün orman alanına dağılımını gösteren bir ölçüdür. Bu ölçüye göre orman yollarının dağılımını şu şekilde değerlendirmek mümkündür:

- | | |
|------------------|--|
| 1. İAO < % 60 | : Alana fena dağılmış orman yolları |
| 2. İAO = % 61-70 | : Orta derecede dağılmış orman yolları |
| 3. İAO = % 71-80 | : İyi derecede dağılmış orman yolları |
| 4. İAO > % 80 | : Çok iyi derecede dağılmış orman yolları. |

Buna göre, bir orman alanının yollarla başarılı şekilde işletmeye açılması birinci derecede yolların dağılımına bağlıdır. Birbirine paralel olarak belirlenen yol geçkilerinde işletmeye açma oranı yüksektir. Orman yolu geçkilerinin işaretlemesi yapılırken yol aralığı ve sürütme mesafesi birlikte değerlendirilmelidir. Sürütme mesafesine göre yol aralığı düşük tutulursa, iki defa işletmeye açılmış alanlar oluşur. Sürütme mesafesine oranla yüksek bir yol aralığı değeri kullanıldığında ise işletmeye açılmayan alanlar oluşur (şekil 17).



Şekil 17. Yüksek veya Alçak Tutulan Yol Aralıklarında İşletmeye Açılan ve Açılmayan Alanlar

1.3.4. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesi Esasları

Bir taraftan motorlu araçların gösterdiği büyük gelişme diğer taraftan da makineleşme sayesinde yol yapımının süratle gerçekleştirilmesi olanakları II. Dünya Savaşından sonra, orman ürünlerine karşı artan ihtiyacı karşılayabilmek için ormanlardan devamlılık prensibine bağlı kalınarak entansif bir şekilde faydalanabilmek amacıyla, büyük ölçüde orman yolları yapımını mümkün kılmıştır. Bu dönem öncesinde, birer işletmeye açma ünitesi teşkil eden büyükçe havzalarda sadece ana dereleri takip eden yolların yapımı ile yetinilmekte, bu havzalar içinde taşıma uzun mesafeler dahilinde sürütme yolları üzerinde veya oluk v.b. tesisler yardımı ile gerçekleştirmektedir. Bugün ise makineleşmenin yol yapım giderlerinde sağladığı ucuzluk ve sürat ormanın birim alanında daha fazla yol yapımını olanaklı hale getirmiş ve orman içi taşımının daha kısa mesafelerde ve daha hızlı bir şekilde yapılmasını sağlamıştır (33).

Orman yol ağı planlarının oluşturulmasında uygulanan genel esaslar şunlardır:

- Her plan ünitesinde taşımının prensip olarak yukarıdan aşağıya doğru yapılması esas alınmaktadır. Ancak pazar merkezleri ve fabrikaların yerleşim durumlarına göre aşağıdan yukarıya doğru taşıma kaçınılmaz olmaktadır.

- Havzalar arasındaki bağlantı en uygun boyun noktası veya yerden sağlanmaya çalışılmakta, yangına hassas alanlarda yangın emniyet yolları orman yol ağına bağlanmakta ve orman yolu yapımında en az orman alanı kaybı esas alınmaktadır.

- Orman yolları üzerinde emniyetle iniş aşağı taşıma için uygulanan boyuna eğimler prensip olarak % 9'u aşmamalıdır. Ancak bu normal eğim oranı, en zor arazi şartları ve teknik zorluklar karşısında istisnai olarak ve kısa mesafeler dahilinde %12'ye kadar çıkarılabilmektedir.

- Taşıma yönünde prensip olarak ters eğimlere meydan verilmemektedir. Bununla birlikte; komşu plan üniteleri arasında irtibatın kurulması, büyük arazi zorluklarının aşılması, pozitif kardinal noktalara temasın sağlanması, mülkiyet sorunu yaratılmaması gibi zorunlu hallerde ters eğim uygulamasına müsaade edilmektedir. Bu takdirde, en fazla 500 m içinde kalmak şartı ile %7'ye, daha uzun mesafelerde ise %6'ya kadar ters eğim uygulanmaktadır. Öte yandan zorlayıcı sebepler olmadıkça yol eğimi hiç bir zaman %0-1 düzeyine düşürülmemektedir.

- Kurp ve laselerde elverişli şartlarda minimal yarıçap, yol ekseninden itibaren $R = 10 - 12$ m, elverişsiz şartlarda ise laselerde $R = 8$ m'ye kadar uygulanmaktadır. Ancak son durumda yol genişliğinin % 80-100 oranında arttırılması gerekmektedir (31).

- Orman yol aralığının, dolayısıyla yol yoğunluğunun tespitinde hektardaki ortalama ağaç serveti kriterine dayanan şu değerler kullanılmaktadır;

Tablo 2. Ağaç Servetine Göre Uygulanması Gerekli Yol Aralığı ve Yol Yoğunluğu (2)

Ağaç Serveti m ³ /ha	Yol Aralığı m	Yol Yoğunluğu m/ha
250<	500	20
250-100	1000	10
100>	1500	7

Ancak, 1981 yılında çıkarılan "Orman Yol Ağ Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik" ile 1500 m'lik yol aralığı değeri uygulamadan kaldırılmış olup hektardaki ortalama servetin 250 m³'ten az olan bütün orman alanları için yol aralığı değeri 1000 m olarak kabul edilmiş bulunmaktadır. Aynı yönetmelikte, 1000 m'lik yol aralığı ön görülen orman alanlarında da, ormanların boniteti, istikbal durumu, yangına hassiyet derecesi, arazinin topoğrafik yapısı ve makineli bölmeden çıkarma imkanı gibi hususlar gözönünde bulundurularak orman yol aralığı değerinin 500 m'ye kadar indirilebileceği hususu ayrıca yer almaktadır.

- Orman yol yoğunluğunun hesabında, ormanda koruma, ağaçlandırma v.s. amaçları için yapılan yollarla, tamamıyla ormansız alanlarda yapılan yollar dikkate alınmamaktadır.

- Orman ünitelerinin işletmeye açılması amacıyla ana orman yolu, A tipi tali orman yolu ve B tipi tali orman yolu olarak genelde üç tip yol söz konusu olmaktadır. Bu yollar sırası ile 7 m, 6 m ve 4 m platform genişliğinde yapılmaktadır. Bunlardan hangisinin nerede yapılacağı hususu üzerinde doğrudan taşınacak hacim miktarları etkili olmakta, bu bakımdan şu değerler ölçü olarak kullanılmaktadır:

Tablo 3. Orman Yolu Tipi Standartları ve Bu Standartlarda Yol Yapılabilmesi için Üzerinde Taşınması Gerekli Yıllık Ürün Miktarları (31)

Yol Tipi	Gerekli Hacim, (m ³)
Ana Orman Yolu	50000 <
A Tipi Tali Orma Yolu	50000 - 25000
B Tipi Tali Orman Yolu	25000 >

- Orman yol ağının planı yapılmadan önce ormanda yapılmış olan yolların bu plan içinde kullanmaya elverişli olup olmadığı, yani bugünkü ormancılık hizmetlerine elverişlilik derecesi yer, geçki, meyil ve kurplar bakımından incelenir. Bu yollardan yerleri, geçkileri ve eğimleri bakımından yukarıda belirtilen esaslara, büyük onarımla dahi ıslahı mümkün olmayanlar tamamıyla terk edilerek yol ağı planı dışında bırakılır, uygun olanlar 1/25000 ölçekli paftalara işlenir. Diğer kuruluşlarca ileride yapılması planlaştırılmış bulunan yollarda dikkate alınır.

- Yapımı kesinleşmiş baraj gölü ve gölet sahalarında, en yüksek su kotunun altında kalan orman parçalarındaki ürünlerin bir an önce alınabilmesi için, sadece ekonomi gözönüne alınmak şartı ile yol ağı planlaması esaslarına bakılmaksızın özel ve geçici bir rapor ve plan yapılır ve genel müdürlüğün onayına sunulur.

- Orman yol ağı planlarının düzenlenmesinde, yol ağı planlaması esaslarını bozmamak kaydı ile, yolların imkan nisbetinde orman içindeki köylerden ve mahallelerinden geçirilmesine çalışılmalıdır. Mümkün olmadığı takdirde, plan ve proje bütünlüğünü etkilemeyecek en fazla 1,5 km'ye kadar makas yolla bu köy ve mahallelerinin orman yoluna irtibatı sağlanmalı ve bağlandığı yolun kot numarası verilmelidir.

- Orman yolları ağı planlarının düzenlenmesinde, yangına hassas mıntikalarda yol aralıkları; orman yangınları ile savaş projelerinde belirtilen yangına birinci derecede hassas işletmelerde araçtan indikten sonra yangına yaya olarak ulaşım süresi 15 dakika için 1000 m, ikinci derecede 30 dakika için 2000 m, üçüncü derecede 45 dakika için 3000 m, dördüncü derecede 60 dakika için 4000 m olarak tespit edilmelidir. Bu ölçüleri sağlamak için gerektiğinde sırtlardan da yol planlanmalıdır (3).

1.3.4.1. Uygulamada Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesi Sırasında İzlenecek Yol ve Yöntem

Uygulamada OGM tarafından yayınlanan tamim ve tebliğlerin (202 sayılı tebliğ, 1984; orman yol ağı planlarının düzenlenmesine ait yönetmelik, 1981) içeriğini esas alarak yol ağlarının planlanması şu şekilde gerçekleştirilmektedir.

Herhangi bir planlama birimi için orman yol ağı planı hazırlamadan önce planlamaya konu alan ormanda mevcut bulunan yolların bir envanteri yapılmalı ve bu yolların orman yol ağı planı içinde kullanılmaya uygun olup olmadığı incelenmelidir. Mevcut yollardan orman yolu standartlarına uygun olanlar 1/25.000 ölçekli paftalara işlenmekte, diğerleri terkedilerek orman yol ağı planı dışında bırakılmaktadır. Bu yollar özel işaretleri ile planda gösterilmekte; ancak kodlama sadece orman yolu standartlarına uygun olanlarda yapılmaktadır (2,31,35).

Diğer kuruluşlara ait mevcut yollarla birlikte, varsa bu kuruluşlarla ileride yapılması planlanmış yollarda orman yol ağı planı içerisinde değerlendirilmektedir.

Planlama işlemine başlanırken öncelikle planlama birimine ait mevcut bilgilerin toplanması gereklidir. Bu bilgilerin elde edilmesi için aşağıda verilen harita ve planlar elde edilmelidir.

- 1:25000 ölçekli paftalar (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Amenajman Planı (Orman İşletme Müdürlüğü),
- Amenajman planının ozaliti (Amenajman Daire Başkanlığı),

- Kadastro paftaları (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Ağaçlandırma Avan ve Uygulama Projesi (Orman Bölge Müd.),
- Toprak Muhafaza ve Mera Islahı Uygulama Projesi (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Mevcut Yol Ağı Planı ve Tadilat Projeleri (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Hava Fotoğrafları (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Yangın Emniyet Yol Şebeke Planı (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Yangın kule-kulübe yerleri ve haritaları (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Orman ürünü satış depo yerleri (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Baraj, gölet yerleri ve kotları ile tasarlananlar (Orman Bölge Müdürlüğü'nce ilgili teşkilatlardan),

- Köy Yolları Şebeke Planı (Köy Hizmetleri ilgili birimlerinden),
- Milli Park, mesire ve piknik yerleri (Orman Bölge Müdürlüğü),
- TCK yolları ve planlananlar (Türkiye Cumhuriyeti Karayolları),
- Yangınla mücadele, hava meydanları ve havuz yerleri (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Kantar yerleri, fidanlık yerleri (Orman İşletme Müdürlüğü),
- Mekanizasyon çalışması yapılacak bölmelerin 1:25000 ölçekli paftaya işaretlileri ve bölmeden çıkarma usülleri (Orman Bölge Müdürlüğü),

- Yangına hassas yerler 1:25000 ölçekli paftalara işaretlenmiş (Orman Bölge Müdürlüğü),

- İstihsal durumu (Orman İşletme Müdürlüğü),
- İlk müdahale ve toplu koruma ekip merkezleri (Orman İşletme Müdürlüğü),
- Av işletme istasyon yerleri (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Şebeke Planı cilt renkleri, kodları (Orman Bölge Müdürlüğü),
- Muhafaza orman yerleri 1:25000 ölçekli paftaya işaretlenmiş olarak (Orman Bölge Müdürlüğü),

Daha sonra şu inceleme ve tespitler yapılır;

- Arazi ve orman ünitesi sınırlarının belirlenmesi
- Mevcut işletmeye açma tesislerinin haritaya işlenmesi
- Yol yapım zorluğu gösteren yerlerin (yüksek yamaç eğimi, kayalıklar, bataklık arazi kısımları, heyelan bölgeleri gibi) belirlenmesi ve haritaya işlenmesi
- Korumaya alınan yerlerin, dinlenme yerlerinin, çıkış tesislerinin, su kanallarının v.s. haritaya işlenmesi

Planı hazırlanacak olan planlama birimi, elde edilen plan ve belgeler incelendikten sonra bu belgelerle birlikte gezilmelidir. Bu çalışmada planlama birimi alanının sınırlarının belirlenmesi, orman arazisinin mülkiyet durumunun incelenmesi, yol yapım zorluğu gösteren yerlerin (yüksek yamaç eğimi, kayalıklar, bataklık arazi kısımları, heyelan bölgeleri gibi) belirlenmesi, topoğrafik yapının incelenmesi, orman sınırı ile ormanlık ve açıklık alanlar

incelenerek belirlenmesi yapılmalıdır. Elde edilen bütün bilgiler 1/25 000 ölçekli paftalar üzerine işaretlenmelidir. Arazinin hakim bir yerine çıkılıp transport sınırı ekiplerin ellerindeki paftalara işlenmelidir. Amenajman planlarının gösterdiği planlama birimleri ile 1/25 000 ölçekli haritalar arazide görülen durumla karşılaştırılıp bunlar arasında uyum olup olmadığı saptanmalı, uyumsuzluk görülen hallerde ise harita üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

Planların hazırlanmasından önce yapılan bu çalışmalar ile planlamada kullanılacak veriler elde edilmiş olmaktadır. Bu çalışmadan sonra büroda 1/25 000 ölçekli eşyükselti eğrili haritalar üzerinde planların hazırlanmasına geçilmektedir.

Planlama birimi orman alanı, ağaç serveti, dolayısıyla hektardaki ortalama serveti amenajman planlarından alınarak *itibari yol yoğunluğu* ve *itibari yol aralığı* bulunmaktadır. Örneğin, hektarda ortalama ağaç serveti 250 m³'ten fazla olan bir ormanda itibari yol yoğunluğu 20 m/ha olduğuna göre, bu planlama biriminin orman alanı ile itibari yol yoğunluğunun çarpımından itibari yol uzunluğu elde edilmektedir.

Planlama esaslarına göre haritalar üzerinde vadi ve yamaç yollarının geçkileri hazırlanmaktadır. Planlama esaslarını bozmamak şartı ile orman yollarının orman içindeki köy ve mahallelerden geçirilmesinde çalışılmaktadır. Bunun mümkün olmaması halinde, plan ve proje bütünlüğünü etkilemeyecek şekilde en fazla 1.5 km'ye kadar olan bir makas yolla köy ve mahallelerin orman yoluna irtibatı sağlanmalı ve bu yola bağlandığı yolun numarası verilmelidir.

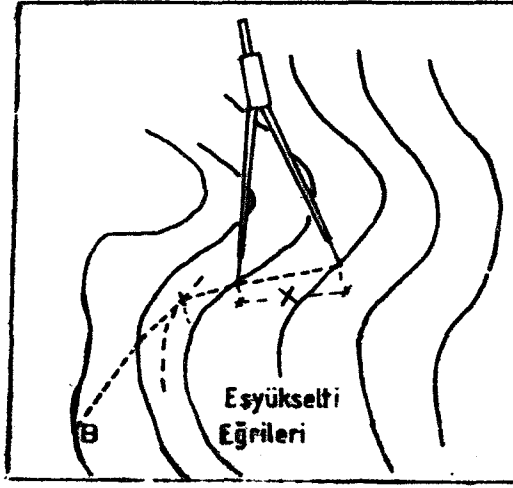
Oman yol geçkisi boyunca:

- Yolun baş noktası
- Menfez ve köprü yerleri
- İstif ve depo için elverişli yerler
- Kavşak noktaları
- Boyun noktaları
- Ormancılık hizmetleri yönünden ulaşılması gereken diğer noktalar
- Yolun son noktası

gibi pozitif kardinal noktalar belirlenmelidir.

Birbirini takip eden iki pozitif kardinal nokta arasında uygulanması gereken ortalama eğim, bu noktalar arasındaki kot farkı ve yatay mesafe yardımı ile bulunmaktadır. Bu ortalama eğime göre harita üzerinde geçki etüdü için haritanın eşyükselti eğrileri arasındaki kot farkı ve harita ölçeğinden yararlanılarak pergel açıklığı hesaplanmaktadır.

Esas noktalar arasında uygun pergel açıklığı değerleri ile ilerlemek, gerektiğinde pergel açıklığı değeri 2'ye, 3'e veya gerektiği kadar bölünerek (enterpolasyon) yol geçkisi etüd edilmekte ve böylece sıfır hattı elde edilmektedir (şekil 18).



Şekil 18. Eşyüksekti Eğrili Harita Üzerinde Sıfır Hattının Elde Edilmesi

Bir eğimden diğerine geçiş imkan ölçüsünde aşamalı olmalı, genelde eğim kırıklıkları arasındaki fark % 2 dolayında kalmalıdır. Yol geçkileri ilke olarak güneye bakan yamaçlar üzerinden geçirilmekte, sık sık dere geçişlerine meydan verilmemekte, başka bir deyişle büyük bir yapım güçlüğü olmadıkça geçki daima aynı yamacı izlemektedir.

Her planlama birimi için durumuna göre alternatif taslak planlar hazırlanarak, bunlardan ormanı, işletme amaçlarına uygun ve ekonomik bir şekilde işletmeye açacak ve aynı zamanda diğer ormancılık ve çevre isteklerine de hizmet edecek olan taslak plan seçilip uygulanmaktadır.

Harita üzerinde hazırlanan yol ağı planının araziye uygunluğunun sağlanması ve eksiklerin giderilmesi için yol geçkilerinin durumu arazide incelenmektedir. Bu amaçla vadi yolu geçkileri eğim ölçer ile kontrol edilmekte, yamaç yolu geçkileride karşıdan gözle yada dürbünle izlenmektedir.

Vadi yollarının araziye uygunluğunun belirlenebilmesi amacıyla harita üzerinde hazırlanan orman yolu sıfır hattının araziye aplikasyonu yapılır. Bu amaçla eğim ölçer (klizimetre), nişan levhası, çelik şerit metre ve işaret kazıkları alınarak aplikasyon işlemi yapılır. Çalışmaya aplikasyonu yapılacak yolun, mevcut orman yolu veya karayoluna bağlanan noktasından başlanır. Bu noktadan itibaren, planda belirlenmiş olan eğim değerine göre klizimetre ile nişan levhasına rasat yapılarak sıfır hattının araziye işaretlemesi yapılır. Rasat işlemi, klizimetre ile rasat yapan kişinin nişan levhasını taşıyan kişiye eliyle yukarı veya aşağı doğru hareketi için komut vermesi ve bu işlem sırasında klizimetreden belirlenmiş olan eğim değerini yakalamaya çalışması şeklinde yapılır (şekil 19). Planda belirlenmiş olan eğim değeri elde edildikten sonra noktaya bir işaret kazığı çakılarak noktanın belirlenmesi yapılır .

Rasat işlemleri, rasat işleminin hassas bir şekilde ve aynı zamanda da hızlı bir şekilde yapılacak mesafelerde yapılmalıdır. Bu uzaklık, arazi yüzeyi kırıklığı, orman altı florası yoğunluğu vb. faktörlere göre değişmektedir. Sıfır hattı aplikasyon işlemine bu şekilde devam edilerek son noktaya varılarak işlem tamamlanır.

Böylece bu yolların arazideki uygulanma olanakları denetlenmektedir. Bu çalışma sırasında belirlenen ve düzeltilmesi gerekli hususlar yol ağı haritasına işaretlenmekte, tamamlayıcı notlar alınmakta ve elde edilen sonuçlara göre planın düzenlenmesi yapılmaktadır.



Şekil 19 . Orman Yolu Geçkilerinin Araziye Aplikasyonu

Gerek harita gerekse arazi üzerinde yapılan çalışmalarla son şeklini alan Genel Orman Yol Ağı Planı'nda yol geçkilerine ait eğim değerlerinin, eğim yönlerinin, eğim değişme noktaları ve taşıma yönünün harita üzerinde gösterilmesini takiben bu planın Orman Genel Müdürlüğünde merkez ve taşra ilgilileri ile birlikte kontrolü yapılmaktadır. Bu kontrolden sonra, plana yeni alınan yolların baş ve son noktaları isimlendirilerek bunlar sırasıyla kodlandırılmaktadır. Bu kodlandırma işlemi planlama birimi baz alınmak ve belirli bir noktadan başlanarak saat yelkovanı yönünde ilerlemek, kod numaraları uzun yollarda yolun baş, orta ve son, makas yollarında ise yollara bağlandıkları yolun kod numarası verilmesi şeklinde yapılmaktadır. Kodlama işlemi yapılırken bir bölgeden diğer bir bölgeye geçerken o bölgede ileride plana alınacak yeni yolların olabileceği düşüncesiyle bir miktar da yedek numara boşluğu bırakılmalıdır.

İsimlendirme yapılırken öncelikle 1/25 000 ölçekli harita üzerindeki isimler kullanılmalı, ancak böyle isimlerin olmaması halinde yerel isimlerden faydalanılmalıdır.

Kodlandırma, örneğin bir bölge müdürlüğü dahilindeki bütün işletme müdürlüğü ve işletme şeflikleri için şu şekilde yapılmaktadır:

1 Nolu İşletme Müdürlüğü	A İşletme Şefliği	1 - 18
	B İşletme Şefliği	51 - 98
	C İşletme Şefliği	151 - 188
	D İşletme Şefliği	201 - 249
	E İşletme Şefliği	301 - 338
2 Nolu İşletme Müdürlüğü	A İşletme Şefliği	351 - 364
	B İşletme Şefliği	401 - 440
	C İşletme Şefliği	541 - 483

şeklinde devam etmektedir.

Planlanan yolların yapım programı; amenajman ve silvikültür planları dikkate alınarak işletme müdürü ve orman işletme şefinin görüşleri alınarak " ilk yapılacak yollar", "sonra yapılacak yollar" ve "en son yapılacak yollar" olmak üzere üç grup olarak hazırlanmakta ve bu şekilde ormanda yol yapımının zaman düzeni belirlenmektedir. Yol ağı planındaki bölme numaraları, bölme klavuzları ve bölme sınırları Amenajman Planından alınmaktadır.

Bu çalışmalar bir teknik raporla sonuçlandırılmaktadır. Bu raporda genel hususlar, mevcut yol ağı, planlanan yol ağı, ekonomik hususlar ve yol ağı planının genel faydaları, ekler ve son söz bölümleri yer almaktadır.

1.3.4.2. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Karşılaşılan Sorunlar

Ormanlık arazilerde oluşturulacak yol ağı genellikle eldeki amenajman planlarının verileri ile sınırlandırılır. Bir yolu hem teknik verilerin gereğine uygun olarak, hem amenajman verilerinin gereksinimini karşılayacak biçimde ve hem de sosyal, kültürel yönden beklenen hizmetler olarak sağlayacak şekilde planlamak oldukça güçtür. Çoğu kez uygulamadaki çalışma koşulunda, mevcut amenajman planlarının verilerinin doğruluğunu kontrol etme olanağı da yoktur.

Büroda hazırlanan orman yol geçkilerinin arazide denetiminin yapılması sırasında yol geçkisi için önemli olan (pozitif ve negatif kardinal) noktaların belirlenmesi için hakim bir tepeye çıkarak yolun geçeceği dar bir şeritte bu noktaları belirlememesi hemen hemen olanaksız görünmektedir.

Yol geçkisinin arazide aplikasyonu, genel orman yol ağı planlarından saptanan şekilden değişik bir yönde yapılamamaktadır. Ancak amenajman planında bir noksanlık bulunursa o zaman yol geçkisinde değişiklik yapılabilmektedir. Bu nedenle çok sıhatli bir amenajman planının varlığını gerektirmektedir. Amenajman planlarında, işletme amacının açık bir şekilde belirli olması gereklidir. Bu amaç doğrultusunda bir yol ağı sistemi oluşturulmalıdır. Ancak ülkemizde mevcut bulunan amenajman planlarında henüz, işletme amaçları açık bir şekilde ortaya konulmamıştır.

Bunların dışında özellikle etüd yapılması sırasında orman altındaki diri örtünün yüksekliği ve sıklığı arttıkça çalışmaların hızının düşmesiyle orman kadastrounun yapılmaması nedeniyle yol yapımı sırasında mülkiyet sorununun ortaya çıkması önemli sorunlar olarak söylenebilir.

Bu çalışma ile planlama sırasında önemli bir aşamayı oluşturan orman yol geçkilerinin belirlenmesinde, planlama alanına ait çok miktardaki ve yine çok değişik kaynaklardan toplanan verilerin bilgisayar ortamında elde edilmesi, depolanması, güncelleştirilmesi ile veritabanı oluşturularak, klasik yöntemler ile yapılması çok ağır iş yükü oluşturan işlemlerin bilgisayar ortamında değişik yazılımlar ile yapılması sonucunda en uygun orman yol geçkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla orman yolları planlamasında önemli bir yer tutan geçki etüdünün bilgisayar ortamında yapılması tez çalışması kapsamında araştırılmıştır.

Bu çalışma, yüksek lisans tezi kapsamında ve sürsine ve bazı kısıtlı teknik olanaklar içerisinde hazırlanmıştır. Bu nedenle çalışmada orman yol geçkilerinin belirlenmesinde haritalar üzerinde yapılan teknik çalışmaların bilgisayar ortamında hızlı ve daha hassas bir şekilde yapılması şeklinde planlanmıştır. Oluşturulan yol geçkilerinin değerlendirilmesinde ise orman yol ağlarına ilişkin sayısal değerler ve yol geçkilerini etkileyen faktörlerin planlama alanına dağılımını gösteren kartoğrafik harita verileri kullanılmıştır.

1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri

1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımları

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 yeralan nüfus sayımı, hava sıcaklığı, seçim 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 ayrı 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 tatmin edici sonuçlar verirken; coğrafi bilgilerin analizinde yetersiz kaldıkları, dolayısıyla kullanıcıların konuma bağlı kararlar vermelerine yardımcı olma amacını tam olarak karşılamadıkları görülmüştür. Bunun sonucu olarak, 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 (6).

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 bütünleşik olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinden oluşan bir bütündür (6).

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) için yapılan diğer tanımları şöylece sıralanabilir,

"Coğrafi bilgi sistemleri, belirli bir gaye ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür" (36).

"Coğrafi bilgi sistemleri, coğrafik bilgileri bir bilgisayar ortamında toplayan ve analiz eden bir araçtır" (37).

"Coğrafi bilgi sistemleri, konumsal veya coğrafik koodinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı dizayn eden bir bilgi sistemidir" (38).

"Coğrafi bilgi sistemleri, konumsal verilerin depolanması, işlenmesi, analizi ve gösterimi için geliştirilen bir araçtır" (39).

"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" (40).

"Coğrafi referanslı verilerin girilmesi, düzenlenmesi, işlenmesi ve analizi ile sunumu fonksiyonları sunan bilgisayar temelli bir sistemdir." (41).

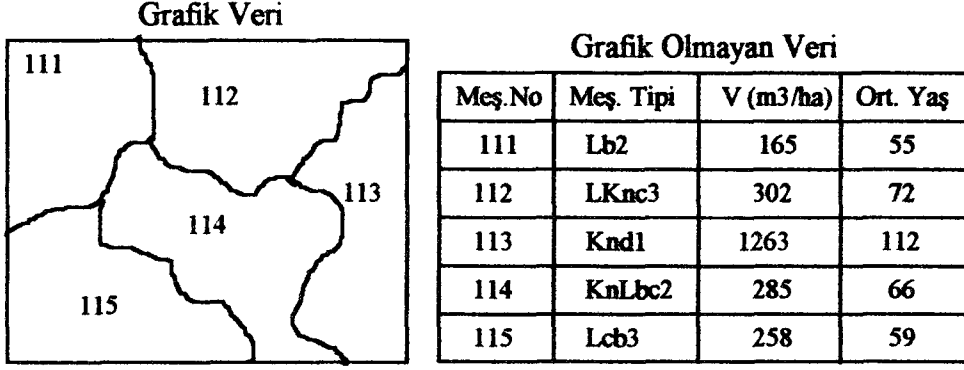
CBS tanımında yer alan temel fonksiyonlardan coğrafi bilgi toplama, depolama ve işleme fonksiyonları, coğrafi veri tabanı oluşturulmasına yöneliktir. Bu fonksiyonlar kullanılarak, grafik ve öznitelik bilgiler bilgisayar ortamına aktarılmakta; gerekli düzeltmelerin yanı sıra koordinat ve projeksiyon dönüşümleri yapılmakta; bu bilgiler yapılandırılmakta, aralarındaki mantıksal ve topolojik ilişkiler kurulmakta ve sonuçta coğrafi veri tabanı kullanıma hazır duruma getirilmektedir (42).

Diğer taraftan Coğrafi Bilgilerin Analizi fonksiyonu, oluşturulan coğrafi veri tabanın, amaca ve uygulama alanına göre kullanılmasını ve böylece kullanıcıların coğrafi bilgi sistemlerinden beklentilerinin karşılanmasını hedeflenmektedir (43, 44, 45). 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 (Ayazağa Kampüsü Bilgi Sistemi, Orman Bilgi Sistemi, Ankara Ana Kent Bilgi Sistemi, vb) (49).

1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler

Coğrafi bilgiyi temsil etmek üzere kullanılan iki tür coğrafi veri vardır. Bunlar grafik ve grafik olmayan (öznitelik) verilerdir. 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 18).



Şekil 20. Coğrafi Veri Tipleri

Coğrafi bilgi sistemlerinde detaylar için toplanacak veriler 3 grupta toplanabilir. Bunlar:

1- Grafik Veri: Coğrafi varlığın belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerleridir. Bu veri tipi konum verileri olarak da adlandırılmaktadır. Grafik veri tipi 4 şekilde tanımlanabilir:

- Nokta şeklindeki grafik veriler (0 boyutlu veya noktasal detaylar): Bunlar harita üzerindeki depo merkezleri, yangın kulleri vb. objeler olabilir.

- Çizgi şeklindeki grafik veriler (1 boyutlu veya çizgisel detaylar): Haritalarda yer alan nehirler, yollar, sınırlar bu veri tipine girer.

- Alan şeklindeki grafik veriler (2 boyutlu veya alansal detaylar): Orman alanları, tarım alanları, parsel gibi.

- Hacimsel (3 boyutlu) detaylar: Bu tür detaylar da topoğrafya yüzeyi veya maden rezervi gibi detaylar olabilir.

2- Öznitelik Verileri: Konuma bağlı olmayan, doğrudan detaya bağlı ve detayı tanıttıcı verilerdir. Bu tür veriler, konumsal ve topolojik verilerden türetilbilir olmamalıdır. Bu veri tipini de yapı olarak ikiye ayırmak mümkündür.

- Karakter veri: A, b, TRABZON, +, =, ... vb.

- Rakamsal veri: 1, 2, 3, 12, 155 ... vb.

3- Topolojik Veriler: Detaylar arasındaki ölçülebilir olmayan uzaysal ilişkileri belirler. Çakışıklık, içermeye, bağlantı, ... vb. gibi topolojik ilişkileri ifade eder.

Buraya kadar açıklananlara ek olarak, tamamen farklı bir veri tipi de dinamik veridir. Bu tip veriler, zamanla değişen verilerdir. Örnek olarak, bir meşceredeki ağaç sayısı, meşcerenin serveti ve artımı verilebilir (50).

1.4.3. Kartografya ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle İlişkisi

Uluslararası Kartografya Birliği (ICA) kartografyanın tanımını "Kartografya: bilimsel dökümanlar ve sanatsal çalışmalarla birlikte harita yapımı sanatı, bilmi ve teknolojisidir" şeklinde tanımlamıştır. Bu kapsamda başta plan, kesit, seyir, üç boyutlu modeller ve herhangi bir ölçekte dünya veya dünyanın herhangi bir yerine ait olan haritalar başta olmak üzere tüm harita türleri yer almaktadır". Kartografya haritalar üzerinde çalışan, yayınlayan, üretimi ve kavramlarını konu eden bir disiplindir (47).

Kartografya bir haritanın bütün yönleriyle çalışılması ve üretilmesidir. Bu işlemler, harita kullanım yeteneğinin öğrenilmesi, kaynak ve listeleme çalışmaları ile harita bakım desteği, verilerin derlenmesi, sıraya konulması ve işlenmesi, haritaların hazırlanması ve düzenlenmesi işlemlerini kapsar (48).

ICA 15. Uluslararası Kartografya Konferansında (1991) kartografik tanımlar üzerine çalışan komisyonun getirdiği tanım önerisi genel kabul görmüştür. "Kartografya: coğrafi bilginin görsel, sayısal, -görme özürlüler için- kabartma formunda (doküsal) sunulması, iletişimi, organizasyonu ve kullanılmasıdır. Kartografya veri toplamadan kullanılmaya kadar olan tüm üretim işleri ve her türlü harita kullanımını içerir" (47).

Sayısal kartografya ise gerçek dünya varlıklarının grafik ve grafik olmayan verileri ile bilgisayar ortamında modellendirildiği coğrafi veritabanından çekilen coğrafi verilerin bir coğrafi bilgi sistemi yardımı ile istenen ölçeğe, amaca ve konuya uygun sembolleştirme, ölçeklendirme, projeksiyon dönüşümü yapılması, genelleştirmesi ve harita kenar bilgilerinin eklenmesi ve ayrıca baskı kalıplarının oluşturulması ile basılı ve sayısal haritaların bilgisayar destekli üretim bilimi, sanatı ve teknolojisidir (49).

Sayısal kartografya için yapılan diğer tanımlardan birisi de: harita yapımı ve kullanımında bilgisayar destekli bilgi sistemlerinin oluşturulması ve kullanımında bir alt disiplin olarak tanımlanabilir. Yeni teknolojilerin kullanım alanına girmesi, öncelikle harita üretiminin otomasyonu açısından önemli bir ivme sağlamıştır. Bunun yanında, kartografya konumsal ve konumsal olmayan bilgilerin bütünleştirilmesinde ve coğrafi bilgi sistemi analitik bileşenlerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (47).

Coğrafi bilgi sistemlerinin harita üretiminde çarpıcı değişikliklere neden olduğu açıktır. Bu yüzden harita üretimindeki yeri, üretime katkısı ve zamana bağlı üretimdeki işlevi dikkatlice incelenmelidir. Sadece sayısal üretim sistemlerinde gerçeklik kazanan coğrafi bilgi sistemleri, verilerin toplanması, analizi ve sunumu gibi fonksiyonlarının tek olarak yada değişik fonksiyonları ile kullanılmasıyla, üretimde öne çıkarlar. En çok göze çerpan ve üretim şeklini değiştiren özellikleri şunlardır.

- Sayısal harita coğrafi bilgi sistemleri ile ortaya çıkmıştır.
- Çok hızlı bir üretim sistemini gerçek kılar.
- Ürün sadece kağıt bazlı değil manyetik olarak da sunulabilir.
- Verileri manyetik ortamlarda tutma kabiliyetinden dolayı, çok küçük arşivleme alanına gereksinim duyar.
- Verilerin güncelleştirilmesi kolayca yapılabilir.
- İstenilen ölçekte harita anlık olarak üretilebilir.
- Sunulan veriler farklı üretim amaçları için kullanılabilir. Örneğin: klasik üretimle hazırlanan bir eğim haritası sadece o amaçla kullanılabilirken, CBS'nden çekilen yükseklik verileri ile sayısal arazi modeli üzerinden, eğim haritaları, görülebilirlik analizleri, kazı ve dolgu hacim hesapları yapılabilir (51).

1.4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımında Olması Gereken Temel Fonksiyonlar

1.4.4.1. Veri Giriş Fonksiyonları

Detay Oluşturma: Gerçek dünyadaki coğrafi varlıkların, coğrafi detay olarak modellendirildiği CBS ortamında, nokta, çizgi, alan ve yazı tipinde detaylar (Features) oluşturabilmeli; bu detaylara ilişkin özniteliklerin (attributes) yer aldığı tablolar (tables) hazırlanabilmelidir (46).

Grafik Veri Girişi: Aşağıdaki yöntemler ile grafik veri girişi yapılabilir:

- Sayısallaştırma masasında manuel sayısallaştırma,
- Raster görüntü üzerinden ekranda manuel sayısallaştırma,
- Raster görüntü üzerinden ekranda çizgi izleyerek sayısallaştırma,
- Raster görüntüyü otomatik vektöre çevirme ile sayısallaştırma,
- ASCII kodlanmış kütüklerden grafik veri girişi,
- Farklı formattaki grafik kütüklerden (DXF, IGDS, vb.) grafik veri ithali,

Grafik veri girişi esnasında detaylar önceden hazırlanmış olan semboloji ile ve istenen ölçekte dinamik olarak gösterebilmeli ve gerekirse semboloji dinamik olarak değiştirilebilmelidir. Ayrıca grafik veri girişi esnasında, istenen sayıda grafik pencere (window) açabilmeli ve pencerelerde büyültme (zoom-in), küçültme (zoom-out), alan tanımlama (extent) ve kaydırma (pan) işlemleri yapılabilir.

Öznitelik Değeri Girişi: Etkileşimli olarak klavyeden ya da yığın (batch) olarak ASCII kodlanmış kütüklerden öznitelik değeri girilebilmelidir.

Coğrafi Veri İthalı: Çeşitli uluslararası coğrafi bilgi değişim formatlarındaki (SDTS, NTF, DLG, VPF, DFAD, vb.) coğrafi verileri sistem içerisinde yapılandırılıp kullanabilme olanağına sahip olmalıdır .

1.4.4.2. Veri İşleme Fonksiyonları

Grafik Veri İşlemleri:

a. Editleme

Detay ekleme, seçme, silme, değiştirme, kopyalama, taşıma, döndürme, çizgi yumuşatma (spline), genelleştirme, en son işlemi iptal etme, en son işlemi tekrarlama gibi temel editleme fonksiyonları ile tanımlanan mesafelerde otomatik ve etkileşimli olarak kısıklık (undershoot) giderme, çapak (overshoot) giderme, kesiştirme (intersect), belli bir öznitelik değerine göre tek detay haline getirme (unsplit, merge), bir detayı parçalara ayırma (split), sayısallaştırma yönü değiştirme, başka bir detaya yapıştırma (snap), kenarlaştırma (edge matching) gib topolojik editleme fonksiyonları gerçekleştirilebilmelidir.

b. Yapılandırma

Grafik veri girişi esnasında veya daha sonra topoloji kurulabilmeli, topolojik haritalar (kısıklıklar, çapaklar) otomatik olarak görülebilmeli ve giderilebilmelidir. Grafik veriler ile grafik olmayan veriler (özniteliklerin yer aldığı tablolar) ilişkilendirilebilmelidir.

Grafik Olmayan Veri İşlemleri:

a. Tablo İşlemleri

Öznitelik değerlerini içeren tablolar eklenebilmeli, silinebilmeli ve gerektiğinde belli bir öznitelik kullanılarak tablolar arası birleştirme (join) ya da ilişki kurma (relate) işlemleri yapılabilmelidir (46).

b. Öznitelik İşlemleri

Öznitelik ekleme, silme, değiştirme işlemleri yapılabilmelidir.

c. Öznitelik Değeri İşlemleri

Öznitelik değeri ekleme, silme, değiştirme işlemleri ile toplu öznitelik girişi işlemleri yapılabilmelidir.

1.4.4.3. Veri Analiz Fonksiyonları

Coğrafi Sorgulama (spatial query): Grafik verilerden öznitelik değerlerine, belli öznitelik değerleri kullanılarak grafik verilere ve diğer öznitelik değerlerine erişim mümkün olmalıdır.

Coğrafi Analiz (spatial analysis)

a. Coğrafi Birleştirme (spatial join)

Hangi alan detayların içine hangi nokta detayların, çizgi detayların ya da alan detayların düştüğünü belirlemek amacıyla, nokta/çizgi/alan detayların alan detaylarla birleştirilmesi (overlay) yapılabilir.

b. Yakınlık Analizi (proximity analysis)

Detayları sabit ya da belli bir öznitelik değerine göre tanımlanan uzaklıklarda çevreleyen tampon bölgeler (buffer zones) oluşturup bu bölgeler içinde kalan detaylar belirlenebilir, böylece her detaya belli mesafeden daha yakın başka detaylar saptanabilir.

c. Sınır İşlemleri (boundary operations)

Tanımlanan bir coğrafi bölgeye ilişkin grafik ve grafik olmayan veriler çıkartılarak yeni detaylar elde edilebilir (coğrafi ayırma: spatial clipping), bu veriler coğrafi veri tabanından silinebilir (coğrafi silme: spatial deleting) ya da güncelleştirilebilir (coğrafi güncelleştirme: spatial updating), komşu iki bölgeye ilişkin veriler birleştirilebilir (coğrafi birleştirme: spatial appending) ve istenen aynı öznitelik değerine sahip alan detaylar arasındaki sınırlar kaldırılabilir (coğrafi sınır kaldırma: spatial boundry removal).

İstatistik Analiz: Sayısal nitelikteki öznitelik değerleri kullanarak toplam, ortalama, maksimum değer, minimum değer, yüzde değeri gibi istatistiksel sonuçlar belirlenebilir.

Ölçme İşlemleri: Alan, mesafe, konum, açı ölçme işlemleri yapılabilir.

Geometrik Hesaplar: Teğet nokta belirleme, geriden kestirme, dik inme ve dik çıkma, parsel ayırma ve birleştirme, kapalı ve açık poligon gibi koordinat değeri gerektiren geometrik hesaplamalar yapılabilir.

Ağ Analizi (network analysis): Yol, elektrik şebekesi, alt yapı vb. çizgi detaylardan oluşan ağlar üzerindeki bir noktadan başka bir noktaya olan en uygun güzergah belirlenebilir (optimum güzergah belirleme: optimum path determination), ağ üzerinde istenen adreslere ulaşılabilir (adres belirleme: address matching) ve ağ üzerindeki belli

merkezlere en yakın adresler saptanarak çeşitli amaçlar için tahsis edilebilmelidir (kaynak tahsisi: resource allocation).

Grid Analizi (grid analysis): Vektör yapıdaki grafik veriler, belli bir öznitelik değerine göre raster yapıya dönüştürülebilmeli ve bu raster veriler kullanılarak iki bölge arasında etkili faktörler (eğim, toprak cinsi, maliyet, vb.) dikkate alınıp en uygun arazi koridoru belirlenebilmeli (optimum koridor belirleme), modellendirme ve simulasyon yapılabilirmeli, seçilen detaylara komşu detaylar belirlenebilmelidir.

Sayısal Arazi Analizi (digital terrain analysis): Vektör yapıdaki detay verileri kullanılarak, arazi kırıklık hatları (sırtlar, dereler) ile düzlem detaylar (göl, deniz, vb.) da dikkate alınıp sayısal yükseklik modeli oluşturulabilirmeli ve bu yükseklik modeli üzerine coğrafi detaylar izdüşürülerek (drapping) sayısal arazi modeli oluşturulabilirmelidir. Ayrıca oluşturulan sayısal yükseklik modeli kullanılarak, arazi yüzeyi üzerinde seçilen iki nokta arasındaki eğim derece ya da yüzde olarak belirlenebilmeli (eğim hesabı), istene yöne bakan arazi bölgeleri belirlenebilmeli (bakı hesabı), bir noktadan başka bir noktaya doğrusal ya da doğrusal olmayan bir güzergah boyunca ya da belli bir çizgisel detay boyunca kesit alınabilirmeli (kesit hesabı), belli bir noktadan istenen bakı aralığında ve istenen mesafe içinde kalan bölgede görünen görünmeyen bölgeler belirlenebilmeli (görünürlük analizi), belli bir bölge yüzeyi esas alınarak belli bir yükseklikten bu yüzeye kadar olan hacim belirlenebilmeli (hacim hesabı), belli bir bakış açısına göre arazinin perspektif görüntüsü kafes yüzey (wireframe) ya da katı yüzey (solid) olarak oluşturulabilirmeli ve istenen açıdan gelen ışık kaynağına göre bu görüntü gölgelendirilebilmelidir.

1.4.3.4. Veri Sunuş Fonksiyonları

Grafik Veri Sunuşu

a. Sayısal Harita Oluşturma: Nokta, çizgi, alan ve yazı tipinde semboller ve sembol kütükleri/kütüphaneleri oluşturulabilirmeli; bu kütüklerdeki/kütüphanedeki semboller kopyalanabilirmeli, sislinebilmeli ve değiştirilebilmelidir. Coğrafi ver tabanından belli bir bölge (örneğin bir harita paftasının kapladığı bölge) içinde kalan istenen detaylar çekilip belli bir sembol ile ya da belli bir sayısal öznitelik değeri kullanılarak sembolleştirilip ölçeklendirilerek sayısal harita oluşturulabilirmelidir. Sayısal harita üzerine istenilen yere istenen açıda doğrusal ya da belli bir detay boyunca istenen yazı sembolü ile yazı yazılabilirmeli, detaylar istenen öznitelik değerleri ile etiketlenebilmelidir. Sayısal harita üzerindeki semboller değiştirilebilmeli, kopyalanabilirmeli, taşınabilirmeli, sislinebilmeli, döndürülebilmeli ve ölçeklendirilebilmelidir. Sayısal harita için istene izdüşüm sisteminde (UTM, WGS84, Coğrafi, vb.) grid çizgileri otomatik olarak oluşturulabilirmeli, kullanılan

sembollere ilişkin lejand istenen büyüklükte ve istenen yerde otomatik olarak oluşturulabilmelidir.

b. Sayısal Harita İhracı: Oluşturulan sayısal harita, grafik veri değişim formatlarına (DXF, IGDS, IGES, vb.), grafik çizim kütüğü formatlarına (HPGL, HPGL2, EPS, CGM, vb.) dönüştürülebilmelidir.

c. Sayısal Renk Ayırımı

Film pozlayıcı (film plotter) ya da kalıp hazırlayıcı (plate maker) kullanılarak ofset baskı ile basılı harita üretimi planlanması durumunda; oluşturulan sayısal harita kullanılarak, istenen tram açısı ve yoğunluğunda cyan, magenta, sarı ve siyah renkler ya da istenen renk modelinde (RGB, HSV) tanımlanan renklerde sayısal renk kalıpları oluşturulabilmelidir.

Grafik Olmayan Veri Sunuşu: İstenen detay ya da detaylara ilişkin öznitelik ve öznitelik değerlerini içeren raporlar oluşturulabilmeli, bu raporlara ilişkin ASCII kodlanmış rapor kütükleri elde edilebilmelidir.

Coğrafi Veri Sunuşu: Coğrafi veri tabanından belli bir bölge içinde kalan istenen detaylar çekilip, çeşitli uluslararası coğrafi bilgi değişim formatlarında (SDTS, NTF, DLG, VPF, DFAD, vb.) (12) coğrafi veri sunuşu yapılabilirdir.

1.4.5. Coğrafi Bilgi Sisteminde Konuma Bağlı Analiz Türleri

Bir coğrafi bilgi sistemlerinde olması gereken konuma bağlı analiz türleri şunlardır (44, 53, 54, 45, 6):

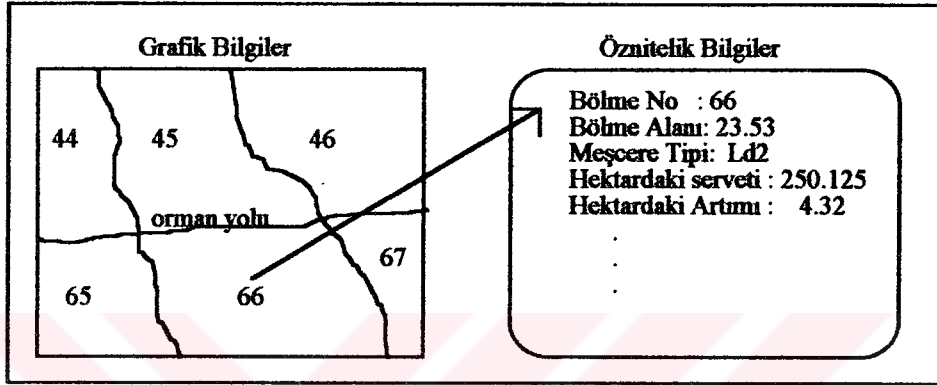
- Coğrafi Sorgulama (Spatial Query)
- Coğrafi Analiz (Spatial Analysis)
- Ağ Analizi (Network Analysis)
- Sayısal Arazi Analizi (Digital Terrain Analysis)
- Ölçme ve Geometrik Hesaplamalar (Measurement and Geometrical Computations)
- İstatistik Analiz (Statistical Analysis)
- Grid Analizi (Grid Analysis)

1.4.5.1. Coğrafi Sorgulama

Coğrafi bilgi kavramından hem coğrafi konuma ilişkin grafik ve öznitelik (grafik olmayan, nongrafik) bilgi, hem de bu bilgilerin kendi içlerinde ve karşılıklı ilişkileri anlaşılmaktadır. Bilgiler arasındaki bu ilişkiler kullanılarak grafik bilgilerden öznitelik bilgilere, öznitelik bilgilerden grafik bilgilere ve ayrıca öznitelik bilgilerden öznitelik bilgilere erişim işlemlerinin herbirine coğrafi sorgulama denir (6)

1.4.5.1.1. Grafik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama

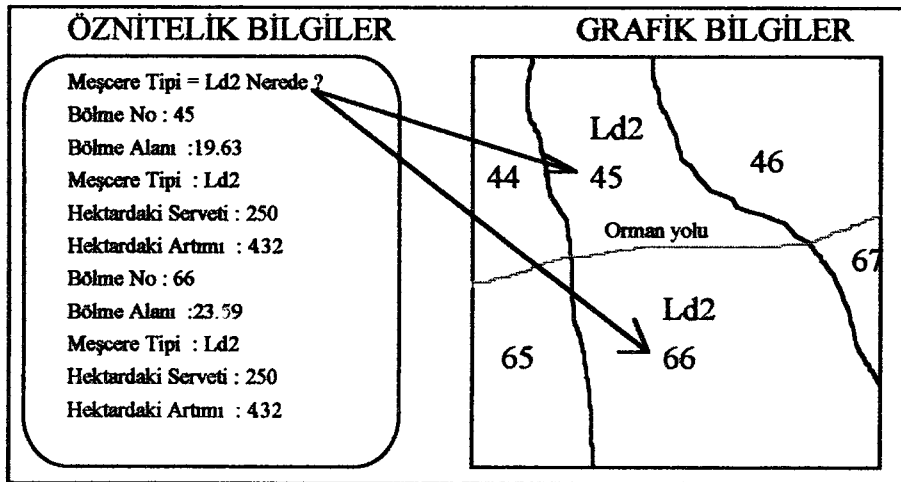
Bu tür sorgulama, coğrafi veri tabanında yer alan bir coğrafi detaya ilişkin grafik bilgi (Örneğin bir bölmenin gösterimi) etkileşimli olarak bilgisayar ekranından seçildiğinde yani ilmeç (cursor) bu bölme üzerine getirilip ilgili tuşa basıldığında), bu grafik bilgiye ait öznitelik bilgiler (Örneğin bölmenin numarası, alanı, meşcere tipi, vb. öznitelik bilgileri) ekran üzerinde listelenir. Listelenen bu öznitelik bilgiler istenirse bir rapor şeklinde çıktı olarak alınabilir (Şekil 21) (6)



Şekil 21. Grafik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama

1.4.5.1.2. Öznitelik Bilgilerden Grafik Bilgileri Sorgulama

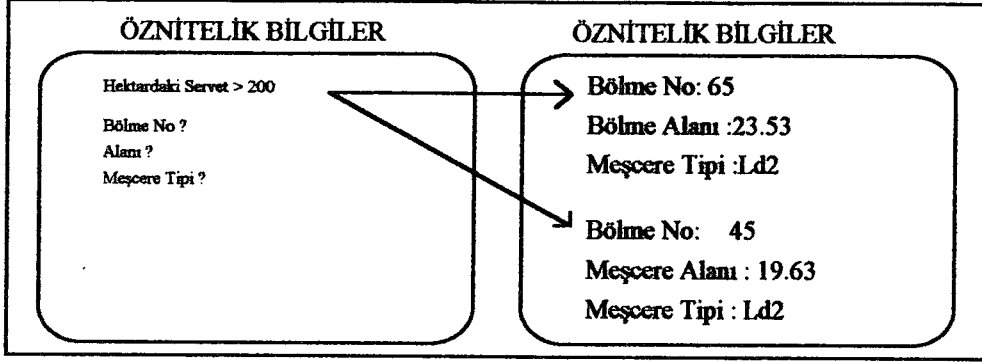
Bu tür sorgulamada, coğrafi veri tabanında yer alan bir yada birden çok coğrafi detaya ilişkin öznitelik bilgiler (Örneğin meşcere tipi Ld2 olan bölmeler) kullanılarak istenilen koşulları sağlayan grafik bilgiler (Örneğin bölme sınırlarının grafik gösterimi) ekranda görüntülenir. Görüntülenen bu grafik bilgiler, istenirse çiziciden alınabilir (Şekil 22).(6)



Şekil 22. Öznitelik Bilgilerden Grafik Bilgileri Sorgulama

1.4.5.1.3. Öznitelik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama

Bu tür sorgulamada, coğrafi veri tabanında yer alan bir yada birden çok coğrafi detaya ilişkin öznitelik bilgiler kullanılarak istenen koşullara uygun coğrafi detayların istenen öznitelik bilgileri listelenir (Örneğin hektardaki serveti 200 m³'ten yüksek olan orman alanlarının bölme numaraları, alanları ve meşcere tipleri) (Şekil 23).(6)



Şekil 23. Öznitelik Bilgilerden Öznitelik Bilgileri Sorgulama

1.4.5.2. Coğrafi Analiz

Üç çeşit coğrafi analiz işlemi vardır. Bunlar:

- Coğrafi Birleştirme (Spatial Join)
- Yakınlık Analizi (Proximity Analysis)
- Sınır İşlemleri (Boundary Operations)

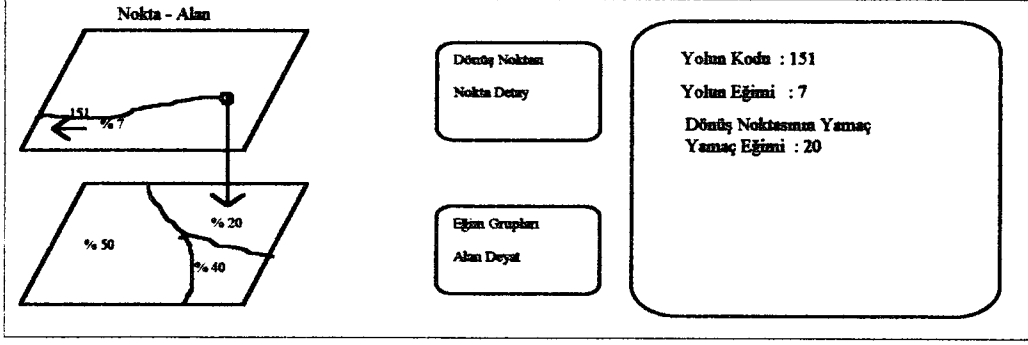
1.4.5.2.1. Coğrafi Birleştirme

Üç tür coğrafi birleştirme işlemi vardır. Bunlar:

- Nokta detayların alan detaylara birleştirilmesi (point-in-polygon overlay)
- Çizgi detayların alan detaylarla birleştirilmesi (line-in-polygon overlay)
- Alan detayların alan detaylarla birleştirilmesi (polygon-on-polygon overlay)

1.4.5.2.1.1. Nokta Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi

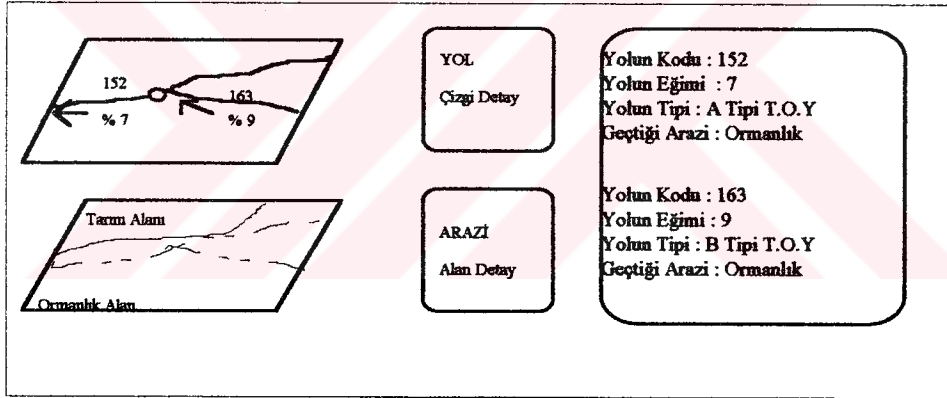
Bu analiz türünde, hangi alan detayların içinde hangi nokta detayların düştüğünü belirlemek amacıyla her iki tür detaya ait öznitelik (grafik olmayan) bilgilerin birleştirildiği yeni nokta detaylar elde edilir (Örneğin yolun son nokasında dönüş yerinin yangi yamaç eğimindeki alana ratsladığının belirlenmesi) (Şekil 24) (6).



Şekil 24. Nokta Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi

1.4.5.2.1.2. Çizgi Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi

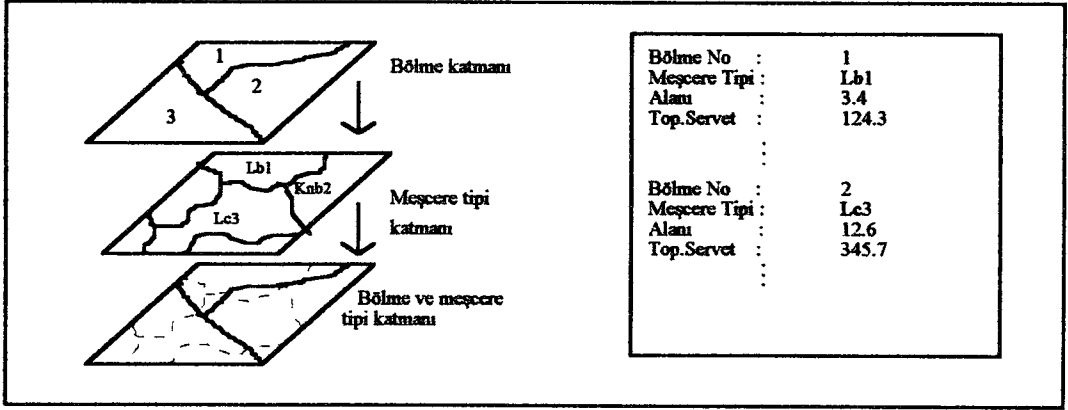
Bu analizde, hangi alan detayların içinde hangi çizgi detayların düştüğünü belirlemek amacıyla heriki tür detaya ait öznelilik bilgilerinin birleştirildiği yeni çizgi detaylar elde edilir (Örneğin yeni planlanan bir yolun üzerinden geçeceği arazilerin kullanım amaçlarının belirlenmesi) (Şekil 25) (6).



Şekil 25. Çizgi Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi

1.4.5.2.1.3. Alan Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi

Bu tür analiz, alan detayların başka alan detaylar ile üstüste çakıştırılarak her iki alan detaya ait öznelilik bilgilerini de içeren alan detaylar elde etme işlemi olup "poligon bindirme" olarak da adlandırılır (Örneğin arazi, parsellerine ilişkin toprak cinslerinin belirlenmesi) (Şekil 26) (6).



Şekil 26. Alan Detayların Alan Detaylarla Birleştirilmesi

1.4.5.2. Yakınlık Analizi

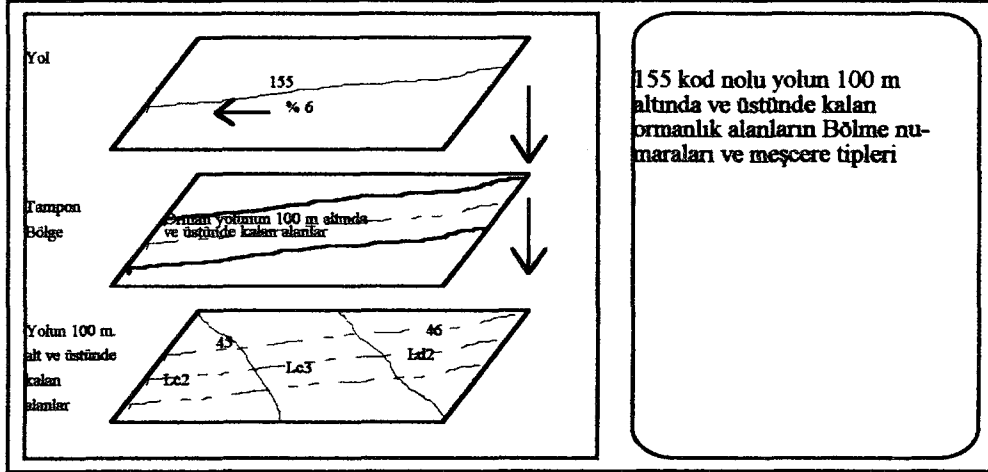
Coğrafi detayları her yönden ve istenilen uzaklık yada uzaklıklarda çevreleyen yeni alan detaylar (tamponlar) oluşturulup, oluşturulan tamponlar içinde kalan detayları belirleme işlemine "yakınlık analizi" denir. Üç tip coğrafi bilgi için üç ayrı yakınlık analizi vardır. Bunlar: Nokta detaylar için, çizgi detaylar için ve alan detaylar için yakınlık analizidir (6).

1.4.5.2.2.1. Nokta Detaylar İçin Yakınlık Analizi

Nokta tipindeki coğrafi detay, merkez olmak üzere istenilen yarı çapta daire şeklinde bir alan detay (tampon) oluşturulup bu alan detay içinde kalan detaylar belirlenir (6).

1.4.5.2.2.2. Çizgi Detaylar İçin Yakınlık Analizi

Çizgi tipindeki detayları çevreleyecek şekilde istenen uzaklıkta alan detaylar (tamponlar) oluşturulup bu tamponlar içinde kalan detayların belirlenmesi işlemidir (Şekil 27) (6).



Şekil 27. Çizgi Detaylar İçin Yakınlık Analizi

1.4.5.2.2.3. Alan Detaylar İçin Yakınlık Analizi

Alan tipindeki detayları çevreleyecek şekilde istenen uzaklıkta alan detaylar (tamponlar) oluşturup bu tamponlar içerisinde kalan detayların belirlenmesi işlemidir (6).

1.4.5.2.3. Sınır İşlemleri

Beş çeşit sınır işlemi vardır. Bunlar:

- Coğrafi Ayırma (Spatial Clipping),
- Coğrafi Silme (Spatial Deleting),
- Coğrafi Güncelleştirme (Spatial Updating),
- Coğrafi Birleştirme (Spatial Appanding),
- Coğrafi Sınır Kaldırma (Spatial Boundary Removal).

a. Coğrafi Ayırma

Sınırları ile tanımlanan coğrafi bir gölgeye ilişkin grafik ve öznitelik bilgilerin çıkartılarak (extraction) yeni detaylar elde etme işlemidir (6).

b. Coğrafi Silme

Sınırları ile tanımlanan coğrafi bir gölgeye ilişkin grafik ve öznitelik bilgilerin coğrafi veri tabanından silinmesi işlemidir (6).

c. Coğrafi Güncelleştirme

Sınırları ile tanımlanan coğrafi bir gölgeye ilişkin grafik ve öznitelik bilgilerin coğrafi veri tabanında güncelleştirilmesi işlemidir (6).

d. Coğrafi Birleştirme

Komşu iki coğrafi bölgeye ilişkin grafik ve öznitelik bilgilerin birleştirilmesi işlemidir (6).

e. Coğrafi Sınır Kaldırma

Aynı öznitelik bilgilerine sahip alan detaylar arasındaki ortak sınırların kaldırılarak yeni alan detaylar oluşturma işlemidir (6).

1.4.5.3. Ağ Analizi

Yol, kanalizasyon, elektrik, su şebekesi vb. çizgisel detaylar birer ağ oluştururlar. Bu ağların analizi kapsamında üç tür işlem vardır. Bunlar:

- Optimum Geçki Belirleme (Optimum Path Detection)
- Adres Belirleme (Address Matching)
- Kaynak Tahsisi (Resource Allocation)

İlgilenilen coğrafi bölge içerisinde bir noktadan başka bir noktaya olan en uygun geçkinin belirlenmesi işleme Optimum Geçki Belirleme denir (6).

Ağ üzerinde istenen adrese veya adreslere ulaşma işlemine adres belirleme denir (Örneğin orman içerisinde kesim yapılan bir alandan diğer, kesim alanına gidiş) (6).

Ağ üzerinde belli merkezlere en yakın adreslerin belirlenerek çeşitli amaçlar için tahsis edilmesi işleme kaynak tahsisi denir (Örneğin ormanda üretimi yapılan odun ürünlerinin hangi yollardan hangi depolara en kısa mesafelerde ulaştırılabilir) (6).

1.4.5.4. Sayısal Arazi Modeli Analizi

Sayısal arazi modelleri, bir X,Y,Z koordinat sisteminde, koordinatları bilinen bir çok nokta ile yüzeyin istatistik gösterimidir (55). Diğer bir ifade ile Sayısal Arazi Modeli (SAM), bilgisayarlar ile yapılacak işlemlere esas olmak üzere yer yüzeyinin sayısal olarak temsil edilmesidir. Bu tanımlamadan da anlaşılacağı üzere sayısal arazi modellerinin oluşturulabilmesi için, yalnızca koordinatları bilinen noktalar değil, uygun bilgisayar programlarında gereklidir (56).

Sayısal arazi modellerinin doğruluğu, sayısal arazi modelini belirleyen dayanak noktaları dışında kalan noktalardaki gerçek değerler ile, enterpolasyonla hesaplanan değerler arasındaki farklara dayanır. Yani sayısal arazi modelinden hesaplanan değerler gerçek arazi şekline ne kadar uygunsa, enterpolasyon yönteminin ve sayısal arazi modelinin doğruluğu o kadar iyi demektir. Bu nedenle dayanak noktaları araziye temsil edecek yoğunlukta ve dağılımda olmak zorundadır (57).

1950'lerden günümüze kadar yapılan çalışmalarda yeryüzünün topoğrafik şekli, değişik bilim dallarına ve teknolojik gelişmelere konu olmuştur. Yeryüzü verilerinden etkin olarak yararlanabilmek ve değişik ürünler elde edebilmek amacı ile bu yüzeylerin bilgisayar destekli modellendirilmesinde oldukça yoğun çalışmalar yapılmıştır. Uygun yazılım ve donanım kullanılarak, oluşturulan yer yüzü modellerinden elde edilen ürünler birçok bilim dalında yapılmakta olan çalışmalara gereken desteği vermektedir (53,54).

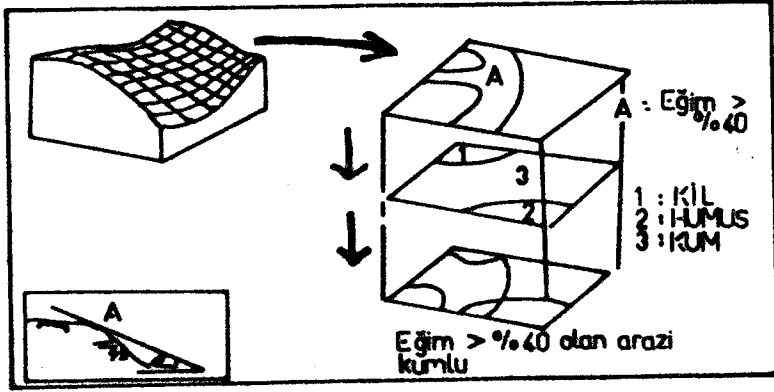
Arazi topoğrafyasının en iyi temsil eden yüzeyin, toplanan arazi bilgileri kullanılarak, bilgisayar ortamında oluşturulması ile elde edilen sayısal arazi modelleri (SAM), 1950'li yıllardan bu yana bir çok ülkede otoyol planlama ve tasarım çalışmalarında, liman ve hava limanlarının planlanmasında, arazinin en boy kesitlerinin üretilmesinde, üç boyutlu tasarım paftalarının üretilmesinde ve bunlarla ilgili olan alan, hacim, kesit, uzunluk, eğim gibi geometrik hesaplamaların yapılmasında kullanılmaktadır (57).

Sayısal arazi modelleri kullanılarak yapılan analiz işlemlerine "sayısal arazi analizi" adı verilir . Bu işlemler şunlardır:

- Eğim Hesabı
- Bakı Hesabı
- Kesit Çıkarma
- Görünürlük Analizi
- Hacim Hesabı
- Yüzey Oluşturma ve Gölgeleme
- Eş Yükselti Eğrileri Oluşturma
- Hipsometrik Renk Kademeleri Oluşturma

1.4.5.4.1. Eğim Hesabı

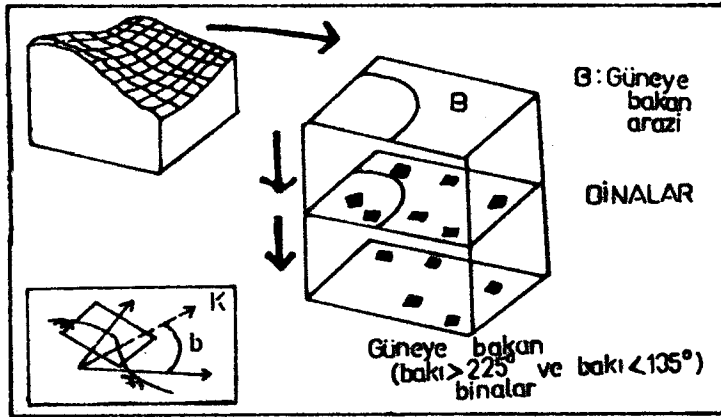
Arazi yüzeyi üzerinde seçilen iki nokta arasındaki eğimin derece veya yüzde olarak belirlenmesi işlemidir. Bu işlem kullanılarak istenen eğim değerlerine sahip coğrafi bölgeleri gösteren alan detaylar elde edilebilir ve bu detaylar diğer konuma bağlı analiz türlerinde kullanılabilir (Örneğin eğimi %40'tan fazla kumlu arazileri belirlemek için önce sayısal arazi modelinin oluşturulması, sonra eğimi % 40'tan fazla olan bölgelerin belirlenmesi ve son olarak bu bölgelerin, toprak cinsi kum olan bölgeler ile çıkarılması) (Şekil 28) (6).



Şekil 28. Eğim Hesabı

1.4.5.4.2. Bakı Hesabı

Arazi yüzeyindeki bir noktadaki bakı (aspect), o noktadan geçen teğet düzlemin baktığı yön olup derece (kuzeyden itibaren saat açısı yönünde tanımlanan açı) olarak ifade edilir. Bakı hesabı ile istenen yöne bakan arazi bölgelerini gösteren alan detaylar oluşturulup bu detaylar diğer konuma bağlı analiz türleri ile birlikte kullanılabilir (Örneğin güneye bakan, başka bir ifade ile " $225^\circ > \text{bakı} > 135^\circ$ " koşulunu sağlayan ve karayolundan 100 m. uzak olmayan ve ayrıca alanı 200 m^2 'den küçük olmayan parselleri belirlemek için önce bakı hesabı ile güneye bakan bölgelerin belirlenmesi, sonra diğer koşulları sağlayan bölgelerin belirlenmesi ve son olarak poligon bindirme işleminin yapılması) (Şekil 29) (6).

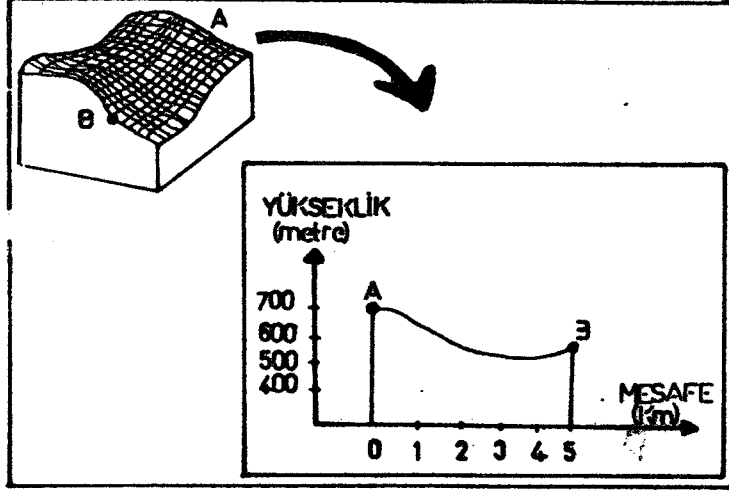


Şekil 29. Bakı Hesabı

1.4.5.4.3. Kesit Çıkarma

Arazi üzerindeki bir noktadan başka bir noktaya doğrusal veya doğrusal olmayan bir geçki boyunca yada istenen bir çizgi detayın (Örneğin yol, dere, vb.,nin) tamamı veya bir

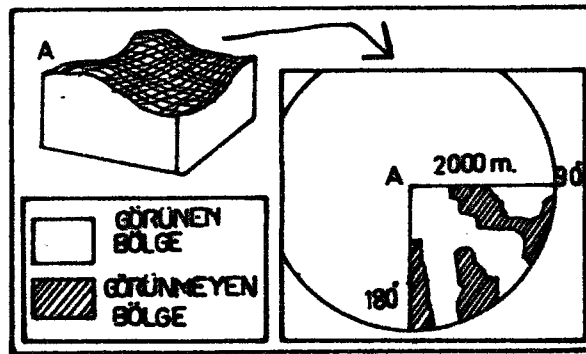
kısmı boyunca yükseklik değerlerini mesafenin fonksiyonu olarak gösteren bir grafiğin oluşturulması işlemidir (Şekil 30) (6).



Şekil 30. Kesit Çıkarma

1.4.5.4.4. Görünürlük Analizi

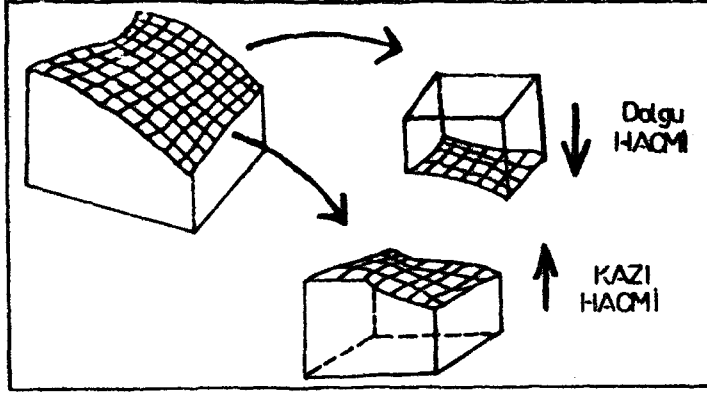
Arazi üzerinde belli bir noktadan bakıldığında istenilen bakı aralığında ve istenen mesafe içerisinde kalan bölgede görünen veya görünmeyen kısımların belirlenmesi işlemidir (Örneğin A tepesinin zirvesinden kuzeyden itibaren 90-180 derece bakı için 2000 metre mesafe içinde kalan ve görünen ve görünmeyen bölgelerin belirlenmesi) (Şekil 31) (6).



Şekil 31. Görünürlük Analizi

1.4.5.4.5. Hacim Hesabı

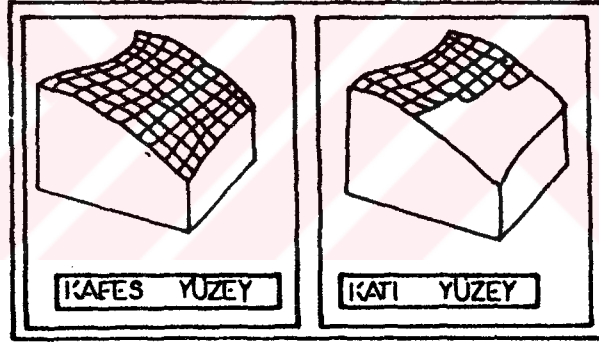
Arazi üzerinde istenilen bir kapalı yüzey (alan detay) esas alınarak belli yükseklikten bu yüzeye veya bu yüzeyden belli bir yüksekliğe kadar olan hacmin belirlenmesi işlemidir (Şekil 32) (6).



Şekil 32. Hacim Hesabı

1.4.5.4.6. Yüzey Oluşturma ve Gölgeleme

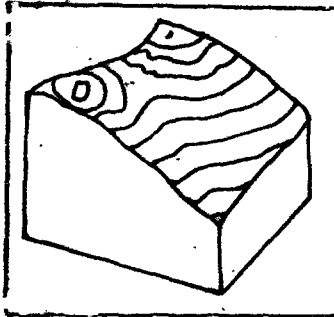
Oluşturulan sayısal arazi modelin kafes (wireframe) veya katı (solid) yüzey şeklinde arazi yüzeyi oluşturma, bu yüzeyi perspektif olarak görüntüleme ve istenen açıdan gelen ışık kaynağına göre bu yüzeyi gölgelendirme işlemidir (Şekil 33) (6).



Şekil 33. Yüzey Oluşturma ve Gölgelendirme

1.4.5.4.7. Eş Yükselti Eğrisi Oluşturma

Oluşturulan sayısal arazi modelinden istenen yükseklik aralıklarında eşyüksekti eğrilerinin (münhani çizgilerinin) oluşturulması işlemidir (Şekil 34) (6).



Şekil 34. Eşyüksekti Eğrisi Oluşturma

1.4.5.5. Ölçme ve Geometrik Hesaplamalar

Bir CBS'de yapılan konuma bağlı analizlerden ölçme ve geometrik hesap işlemleri şunlardır:

- Alan Ölçme
- Mesafe Ölçme
- Konum (koordinat) Ölçme
- Açı Ölçme
- Geriden Kestirme Hesabı
- Kapalı ve Açık Poligon (travers) Hesabı
- Teğet Nokta Hesabı
- Dik İnme ve Dik Çıkma Hesabı
- Parsel Ayırma ve Birleştirme Hesabı

1.4.5.6. İstatistik Analiz

Bir CBS'de yer alan istatistik analiz işlemleri şunlardır:

- Toplam Belirleme
- Ortalama Belirleme
- Maximum Değer Belirleme
- Minimum Değer Belirleme
- Yüzde Dereği Belirleme

Yapılan istatistik analiz işlemleri sonuçları grafik olarak gösterilir.

1.4.5.7. Grid Analizi

Raster yapıdaki veriler kullanılarak yapılan analiz işlemleridir. Bu işlemler şunları kapsar:

- Optimum Koridor Belirleme
- Modellendirme ve Simulasyon
- Komşuluk Analizi

1.4.5.7.1. Optimum Koridor Belirleme

İki bölge arasındaki, etkili faktörler (arazi eğimi, toprak cinsi, arazi maliyeti vb. faktörler) dikkate alınarak en uygun arazi koridorunun belirlenmesi işlemidir (6).

1.4.5.7.2. Modellendirme ve Simulasyon

"Eğer olusa ne olur ?" şeklindeki sorulara cevap verecek nitelikte ön tahmin yapma ve benzeştirme işlemleridir (Örneğin bir bölgede orman yangını çıkması durumunda topoğrafya ve rüzgar durumuna bağlı olarak yangının hangi bölgeleri etkileyebileceğinin simule edilmesi) (6).

1.4.5.7.3. Komşuluk Analizi

Arazi detayları arasındaki komşulukları, başka bir ifade ile bir detaya komşu olan detayları belirlemek amacıyla yapılan işlemidir.

Coğrafi bilgi sistemleri bileşenlerinden bir CBS yazılımı, genel amaçlı hazırlanmış konuma bağlı analizlerden tümünü veya bir bölümünü içeren ticari yazılımdır. Bu yazılımların kullanıcı ara yüzleri (menüleri), genelde İngilizce olarak hazırlanmış olup amaca yönelik uygulamalar için bir dizi konuma bağlı analizin ardışık, uzun süreli ve etkileşimli olarak gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Bu yazılımlarda yer alan dördüncü nesil programlama dilleri (makro diller) (örneğin Arc/Info yazılımında AML dili, MGE yazılımında MDL dili) ile gerçekleştirilecek uygulama programları kullanılarak bir CBS'den, her düzeydeki (programlamayı ve CBS yazılımını kullanmayı bilmeyen) kullanıcıların yararlanması ve yapılacak analizlerin tek bir komut ya da ekranda oluşturulacak Türkçe menüler ile gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır (6).

1.5. Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Kullanım Alanları

Bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen gelişmeler sonucu ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) günümüzde bir çok alanda kullanım olanağı bulmuştur. Yeryüzünün en önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanların işletilmesi, planlanması ve yönetimini konu alan ormancılık ise coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır (58).

Günümüzde coğrafi bilgi sistemi olarak, yazılım ve donanımdan oluşan, planlama ve yönetimdeki karmaşık problemlerin çözüm amaçlarına uygun, kayıt, işleme, model oluşturma ve gösterim işlevlerini yerine getirmeye yönelik uygulamaları kapsayan bilgisayar destekli bir sistem anlaşılmaktadır. Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) de yukarıda tanımlanan coğrafi bilgi sistemlerinin ormancılık alanındaki uygulamasından oluşmaktadır (58).

Ormanların planlanması ve yönetimi, ormancılığın çok amaçlı fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde gerçekleştirilir. Aynı zamanda bu planlama ve yönetim ekonomik, ekolojik ve altyapı açısından sürekliliği göz önünde bulundurmak zorundadır. Bu çok yönlü görevler yalnızca orman kaynaklarının zaman ve mekan içerisinde denetimini değil, ormanların planlanması ve yönetimi için bilgilerin hazır tutulmasını gerektirir. Bir bilgi sistemi bu

görevleri yerine getirmek için ormancılık planlama ünitelerini (birimlerini) dikkate almak ve bu birimlerin planlanmasını güvence altına almak zorundadır. Böyle bir bilgi sistemi aynı zamanda işletme yöneticisinin, söz konusu orman işletmesini yönetirken sağlıklı kararlar alabilmesi için gereken bilgileri ve bu bilgileri değerlendirme araçlarını da beraberinde sunabilmelidir. Bu nedenlerle, oluşturulacak bir bilgi sistemi, ormancılığın güncel sorunlarının çözümüne yönelik olmalıdır (58).

Coğrafi bilgi sistemlerinin ormancılığa yönelik uyarlamasından oluşan orman bilgi sisteminde ele alınan konular, ormancılık faaliyetlerine konu olan bilgilerdir. Orman bilgi sistemi ile diğer coğrafi bilgi sistemi temeline dayalı bilgi sistemlerinin ortak olduğu en önemli nokta, bilgilerin bir konuma veya mekana bağlı olarak ve bir konum ilişki sistemi (Örneğin Gaus-Kruger Koordinat Sistemi) içerisinde işlemesidir. Coğrafi bilgiler için altlık görevi gören konum ilişki sistemi, aynı zamanda belirli bir mekana ait coğrafi verilerin birbirine bağlanması ve ilişkilendirilmesini olanaklı kılar (58).

Ormanların planlanması için yönetim sınırlarının ve yol ağlarının konumu, tür bileşeni, yaş gibi meşcere karakteristiklerinin mekansal olarak dağılımı gibi bilgiler en önemli temel bilgilerdir. Bilgilerin bu türü coğrafi bilgiler olarak adlandırılır. Coğrafi bilgiler yani kartoğrafik ve tematik bilgiler bir coğrafi bilgi sisteminin temel elemanlarıdır. Ormancılıkta uzun zamandan beri kullanılan benzer sistemler vardır. Burada kıyaslama yapmak ve örnek vermek açısından, ormanların planlanması ve yönetimi işlemlerinde kullanılan harita ve planlar gösterilebilir. Orman amenajmanı işlemleri için üretilen haritalarda ormancılığa yönelik coğrafi verilerin dağılımı görülmekte, bunlara yönelik diğer anlamsal veriler ise tablolar şeklinde sunulmaktadır. Böyle bir yapı klasik bir sistem yapısı sunmakla birlikte, özellikle ormancılık çalışmaları için gerekli olan çok yönlü coğrafi analizlerin gerçekleştirilmesi için yetersiz kalmaktadır. Bugünkü anlamda ele alınan coğrafi bilgi sistemlerinin sunduğu en önemli olanak analiz yeteneğidir. Bu yetenek, sistemi diğer klasik sistemlerden ve benzer sistemler olarak görülen haritalama ve CAD sistemlerinden ayıran en önemli niteliktir. Günümüzdeki anlamıyla coğrafi bilgi sistemleri, grafik ve öznitelik (grafik olmayan) anlamsal verilerin birlikte işlenmesi ilkesine dayanır. Grafik veriler vektörel formda olabildiği gibi karma (hibrid) ve raster coğrafi bilgi sistemlerinde resim verileri (raster form) ile de temsil edilebilir. Böylece, bir coğrafi bilgi sistemi çok sayıda üç boyutlu verinin ve bu verilere ait özniteliklerin toplanması, yönetimi ve analizini kullanıcılara olanaklı kılacak şekilde düzenlenmiş bilgisayar destekli bir sistem olarak ortaya çıkar (59).

Oluşturulacak bilgi sisteminin temel ilkeleri, coğrafi bilgi sisteminin temel ilkeleri ile aynı niteliktedir. Ancak ele alınan coğrafi veriler ise ormancılığa yönelik uzmanlık verilerini içerecek bir yapı sunar. Ormancılık çalışmaları için bilgisayar destekli bir bilgi sisteminin önerilebilmesi, ancak söz konusu sistemin bu sahanın özelliklerine uygun çözümler bulabilmesi durumunda geçerlidir. Böyle bir sistemin gerçekleştirilebilmesi ise herşeyden

önce ormancılık çalışmalarının çok iyi irdelenmesi ve gereksinimlerinin doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır (58).

Hangi konuda olursa olsun mevcut bir sistemin otomatize edilmesi veya yepyeni bir sistemin hazırlanması için izlenebilecek yolların genel gidişleri çoğunlukla aynıdır ve şu aşamalardan oluşur (60):

- Olabilirlik Etüdü (eğer gerekli ise),
- Sistem Analizi,
- Sistem Tasarımı,
- Uygulama ve bakım.

Ormancılıkta bir coğrafi bilgi sisteminin başka bir deyişle bir orman bilgi sisteminin oluşturulması amacıyla yapılacak çalışmalarda izlenecek yol da hemen hemen yukarıdaki aşamalardan oluşur. Bir orman bilgi sisteminin oluşturulmasına karar verdikten, ekonomik ve teknik koşullar açısından sistemin gerçekleştirilebildiği belirlendikten sonra yapılacak ilk işlem mevcut sistemin analizidir. Burada dikkati çeken ilk nokta bütün ormancılık faaliyetlerini tek bir sistem çatısı altında toplayan klasik bir sistem yapısının olmayışıdır. Bu problem ormancılık faaliyetlerindeki geniş yelpazeden ve ormancılıktan beklenen fonksiyonların çeşitliliğinden, kısaca ormancılığın kendine özgü niteliklerinden ortaya çıkmaktadır. Buna ormancılığın ülkemize özgü problemlerini de ilave ettiğimizde, analiz edilmesi gereken problemlerin daha da çoğaldığı görülmektedir (58).

Analiz işlemlerinin sonucunda karar verilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Bir orman bilgi sistemi için hangi coğrafi bilgilere gereksinim duyulduğunun belirlenmesi,
- Belirlenecek coğrafi bilgilerin toplanması ve sisteme girişindeki duyarlılık sınırları,
- Oluşturulacak coğrafi bilgi sisteminin tipi (Raster, vektör veya hibrid coğrafi bilgi sistemi),
- Kullanıcılara hangi olanakların sunulacağı v.b.

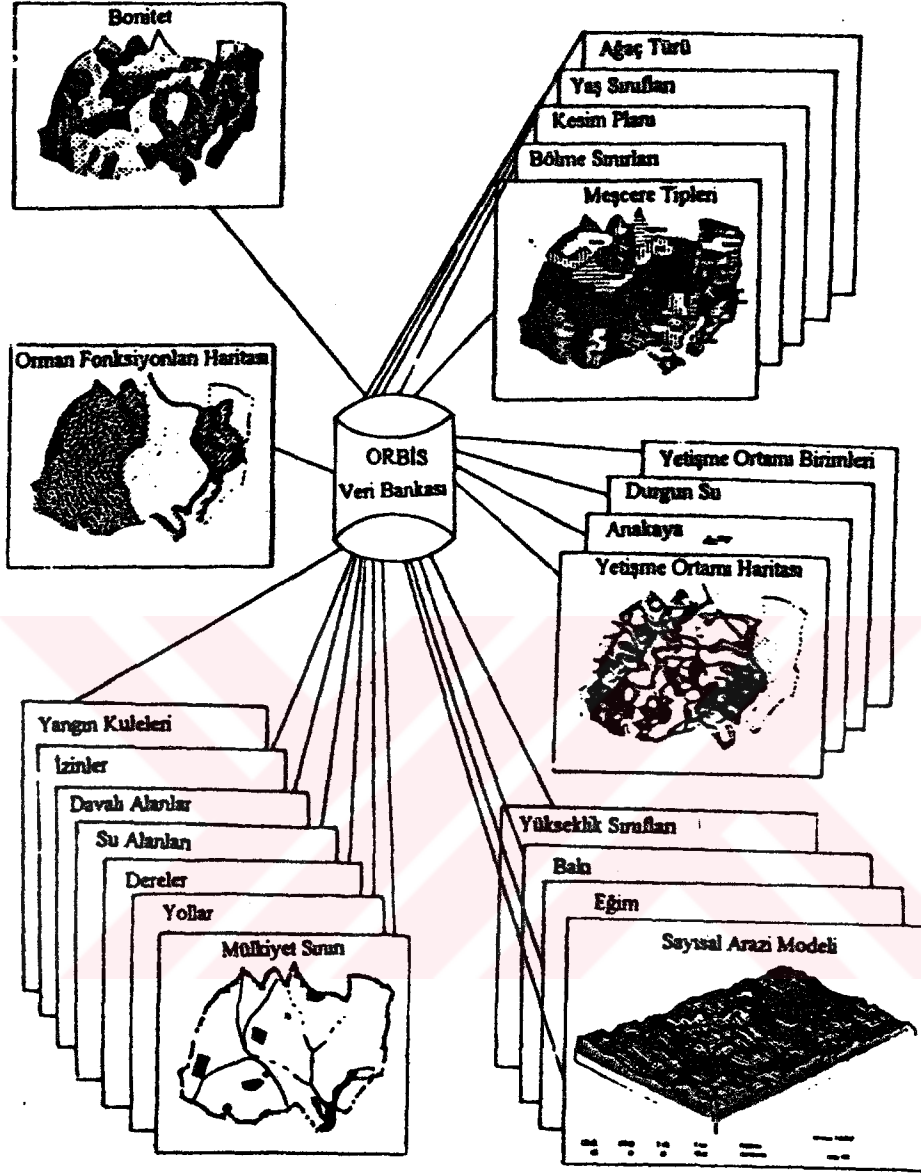
Bu çalışmaların sonunda veri tabanı tasarımına geçilebilir.

Ormancılığın çok amaçlı fonksiyonlarını dikkate alacak, onun karmaşık ve aynı zamanda dinamik yapısına uyacak, ormancılığın problemlerine hızlı ve doğru bir çözüm getirmesine yardımcı olacak bir coğrafi bilgi sisteminin oluşturulması, herşeyden önce bu sisteme girilecek verilerin doğruluğu ve yeterliliğine bağlıdır. Bir coğrafi bilgi sistemi ve dolayısıyla bu bazda oluşturulacak bir orman bilgi sistemi genel olarak farklı tematik bilgilerin farklı bilgi katmanlarında depolanmasına olanak tanır. Bilgilerden ve sistemden yeterli bir şekilde yararlanılabilmesi, sistemde planlanacak yeterli sayıdaki bilgi katmanı ile büyük bir ilişki içerisindedir. Söz konusu bilgi katmanlarının belirlenmesinde ise ülke ve bölge koşullarının da dikkate alınması gerekir. Coğrafi veri tabanı tasarımı aşamasında

sistemde hangi bilgi katmanlarının oluşturulacağını belirlenmesi yanında, her bilgi katmanının hangi veri tipinde (nokta, çizgi, alan) olacağına da karar verilir. Ülkemiz koşullarında oluşturulacak bir Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) modelinde bulunması gereken coğrafi bilgi katmanları için ise şunlar önerilebilir.

- Mülkiyet sınırları,
- Eşyüksekti eğrileri (veya sayısal arazi modeli),
- Kadastral veriler,
- Yollar
- Dereler,
- Su alanları,
- Meşcere tipleri,
- Bölme sınırlar,
- Bonitet,
- Yetişme ortamı tipleri,
- Kesim ve bakım alanları,
- Orman fonksiyonları,
- Yaş sınıfları,
- İklim verileri,
- Sosyo-ekonomik veriler,
- Davalı alanlar,
- Yararlanma hakları
- İzinler,
- Yangın kuleleri,
- Orman zararları,
- Tesisler v.b.

Yukarıda verilen coğrafi bilgi katmanları dışında orman işletmesinin global ve lokal yapısının gerektirdiği yeni katmanlar oluşturulabilir. Diğer taraftan başlangıçta oluşturulan coğrafi bilgi katmanlarından coğrafi bilgi sistemi yazılımı olanakları kullanılarak yeni coğrafi bilgi katmanları da elde edilebilir. Bu nitelikteki coğrafi bilgi katmanlarına örnek olarak, eşyüksekti eğrili coğrafi bilgi katmanından sayısal arazi modeli katmanının elde edilmesi buradan da eğim sınıfları, bakı sınıfları, ve yükseklik sınıfları katmanlarının elde edilmesi verilebilir. Benzer şekilde overlay işlemleri ile daha önce var olan coğrafi bilgi katmanlarından elde edilebilecek diğer bilgi katmanlarında sayılabilir (Şekil 35).



Şekil 35. Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) Modeli

Bir Orman Bilgi sisteminde gerekli olan coğrafi bilgi katmanlarının belirlenmesinden sonra, her katmanda bulunacak olan grafik ve öznitelik verileri tespit edilir. Burada gerçekleştirilmesi gerekli diğer bir nokta, obje sınıflarının ve obje anahtarlarının belirlenmesidir. Özniteliklerin belirlenmesi işlemini takiben bu özniteliklerin kodlar veya başka bir deyişle veritabanında alan ismi olarak temsil edileceği semboller, veritabanında kaplayacağı alanlar ve alan tipleri belirlenir.

Özniteliklerin belirlenmesinde, oluşturulacak sisteme karşı duyulan beklentiler büyük rol oynar. Eğer sistemin çok büyük bir çeşitlilik gösteren sorulara yanıt vermesi gerekiyorsa, bu durumda belirlenmesi gereken öznitelik sayısı artacaktır. Bunun sonucunda veri toplama ve toplanan verilerin sisteme girişine ilişkin maliyetler artacağı gibi, depolama hacmine duyulan gereksinim ve bir coğrafi sorgulama anındaki verilere erişim zamanının artması gibi sakıncalar doğacaktır. Tablo 4'de orman bilgi sisteminde oluşturulması gereken coğrafi bilgi katmanlarını, bunların detay tiplerini ve her bir bilgi katmanında bulunması gereken özniteliklere ilişkin örnekleri vermektedir.

Tablo 4. Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) Modeline Ait Coğrafi Bilgi Katmanları ve Öznitelikleri

KATMAN ADI	DETAY TÜRÜ	TABLO ADI	ÖZNİTELİKLER
Eşyüksekti Eğrileri	Çizgi	AAT.DBF	Yükseklik değerleri
Mülkiyet Sınırları	Alan	PAT.DBF	Malik, mülkiyet türü, pay ve paydaş v.b.
Kadastral Bilgiler	Nokta	PAT.DBF	Nokta numarası v.b.
Yollar	Çizgi	AAT.DBF	Yol sembolü veya yol sınıfı, yol genişliği, yolun kaplama türü v.b.
Dereler	Çizgi	AAT.DBF	Nakliyata uygunluğu, su ürünü çeşitleri v.b.
Su Alanları	Alan	PAT.DBF	Su kalitesi, su miktarı, yetişen su ürünleri v.b.
Meşcere Tipleri	Alan	PAT.DBF	Meşcere tipi, meşcere orta çapı, karışım şekli, meşcereye katılan ağaç türleri, kapalılık v.b.
Bölme sınırları	Alan	PAT.DBF	Bölme numarası v.b.
Bonitet	Alan	PAT.DBF	Bonitet
Yetiştirme Ortamı Tipleri	Alan	PAT.DBF	Yetiştirme ortamı no, orman yetiştirme ortamı birimi, durgun su, anakaya, anamateryal, v.b.
Kesim ve Bakım Planı	Alan	PAT.DBF	Alan niteliği, dönüş süresi, kesim bloğu no, birinci kesim yılı, v.b.
Orman Fonksiyonları	Alan	PAT.DBF	Ormanın gördüğü öncelikli fonksiyonların sıralaması
Davalı Alanlar	Alan	PAT.DBF	Dava türü, mahkeme adı, dosya no, davacı, davalı, dava bitiş tarihi, dava sonucu, v.b.
Yararlanma Hakları	Alan	PAT.DBF	Yararlanma hakkının türü, hak sahibi, süresi, koşulları, v.b.
İzinler	Alan	PAT.DBF	Türü, sahibi, veriliş tarihi, süresi, koşulları
Yangın Kuleleri	Alan	PAT.DBF	Kule sınıfı, kule yüksekliği, gözetleme periyodu v.b.
İklim Verileri	Alan	PAT.DBF	Aylara göre ort. sıcaklık, max. sıcaklık, min. sıcaklık, yağış miktarı, bağıl nem, donlu günler sayısı, karla örtülü gün sayısı, hakim rüzgar yönü, ort. rüzgar hızı, ort. buhar basıncı v.b.
Yaş Sınıfları	Alan	PAT.DBF	Yaş sınıfları
Sosyo - Ekonomik veriler	Alan	PAT.DBF	Orman içi ve yakını yerleşim yerlerine ait nüfus, gelir dağılımı gibi sosyo ekonomik yapı hakkındaki veriler
Orman Zararları	Alan	PAT.DBF	Zarar türü, etkilenme derecesi v.b.
Tesisler	*	*	Alan, Çizgi ve nokta türü tesisler için ayrı ayrı oluşturulacak katmanlara girilecek bu tesislere ait özellikler: örneğin orman içi sanat yapılarından köprüler için; yapı malzemesi, taşıma kapasitesi, yapım yılı gibi bilgiler.

Günümüzde coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarının büyük çoğunluğu İlişkisel veritabanı üzerine kurulmuştur. İlişkisel veritabanı modelinin sunduğu üstünlüklerin yanında bu modelin en olumsuz olarak görülen yanı, veri tekrarıdır. Bu sakınca ise normalizasyon işlemi ile giderilmeye çalışılır. Bir orman bilgi sistemi veritabanı tasarımında da bu işlemin unutulmaması büyük önem arz etmektedir. Normalizasyon işlemi, esas kaynak tablodan bir çok basit tablonun üretilmesi ve bu tabloların anahtar ifade veya anahtar faktörü aracılığı ile birbirine bağlanması işlemidir. Bu işlemin önemi bir model çalışmasında fark etmeyebilir veya önemsiz olduğu düşünülebilir. Bununla beraber, oluşturulacak modelin genele uygulanması, başka bir deyişle bütün bir işletme bazında veya dahada ileri aşamada bütün Türkiye ormanları bazında düşünüldüğünde çok büyük öneme sahip olduğu görülür. Normalizasyon işlemi ile veri tekrarlarının önlenmesi sayesinde, depolama hacmine duyulan gereksinim azalacağı gibi, bir coğrafi sorgulama esnasında arama ve işlem süresi de azaltılabilir.

Bir orman bilgi sisteminin ve dolayısıyla veri tabanının tasarım işlemlerinden sonra farklı kaynaklardan elde edilen coğrafi veriler, yine coğrafi bilgi sistemi donanım olanakları kullanılarak sisteme girilir. Böylece oluşumu tamamlanan ve kullanıma hazır duruma gelen orman bilgi sistemi uygulama yazılımları ile de desteklenerek kullanıcıların hizmetine sunulabilir (58).

Coğrafi bilgi sistemleri günümüzde bir çok kullanım alanına sahiptir. Bu bazda oluşturulacak bir orman bilgi sistemide büyük bir çeşitlilik gösteren ormancılık çalışmalarında geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir yardımcı araç olmasıdır. Bu özellik onun sorgulama ve analiz yeteneğinden ortaya çıkmaktadır. Bu sistemi kullanarak basit ve karmaşık bir çok sorgulama ve aynı biçimde, klasik biçimde gerçekleştirilmesi mümkün olmayan coğrafi analizler gerçekleştirilebilmektedir. Orman bilgi sistemi bu özelliklerin kullanılmasıyla gerek işletme bazındaki planlama, yönetim ve karar verme aşamalarında, gerekse ülke bazında planlama ve ormancılık politikalarının belirlenmesinde önemli bir yardımcı araç olarak hizmet edecektir. Diğer taraftan veri tabanındaki bilgiler, örneğin orman yollarının bilgisayar destekli olarak planlanması, orman ürünleri transportunun düzenlenmesi, orman kadastrolarına yönelik problemlerin çözümü, ağaçlandırma yatırımlarının planlanması gibi birçok alanda kullanım olanağı koymaktadır. Coğrafi bilgi sisteminin harita üretiminde, özellikle de konusal harita üretiminde sunduğu olanaklar çok yüksektir. Coğrafi bilgi sistemlerinin sunduğu bu yüksek kartografik yetenekleri nedeniyle, oluşturulacak orman bilgi sistemi, ülkemizdeki orman haritalarının üretimine yönelik problemlerin önemli bir bölümünün çözümüne büyük katkılarda bulunacaktır. Veri tabanındaki bilgilere bağlı olarak her türlü konusal (tematik) orman haritasının üretilmesi ölçeğe bağlı olmaksızın mümkün olmaktadır. Bu özellik, ülkemizde

yüksek nitelikte çeşitli orman haritalarının üretilmesine yardımcı olacaktır. Diğer taraftan böyle bir sistemin sunduğu etkileşimli (interaktif) çalışma olanağı harita güncelleştirilmesinde büyük kolaylıklar ortaya koyacaktır, bu işlemde zamandan ve maliyetten tasarruf edilmiş olacaktır. Böylece her an güncel orman haritalarının ve bu alanlara ait güncel bilgilerin sistemden kolayca elde edilmesi olanaklı hale gelmiş olacaktır (58).



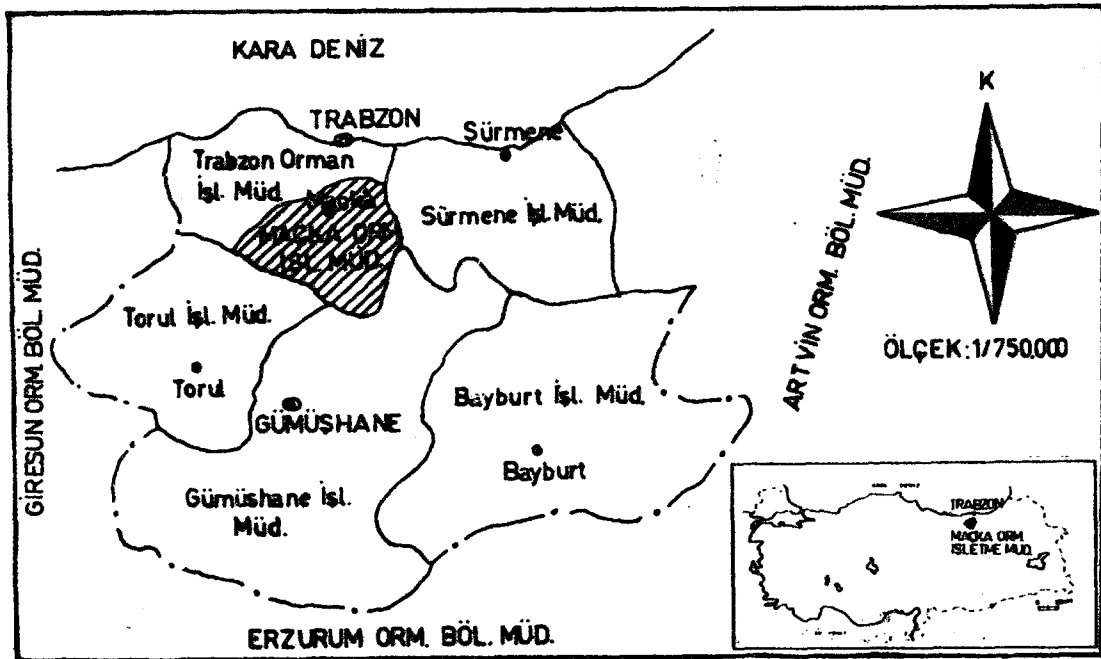
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırmaya konu olan alan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu alanın, Orman Genel Müdürlüğünün 22.02.1085 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 Müdürlüğünün 08.05.1991 tarih ve APK.1.Tk.-70 sayılı yazalarıyla bakanlık olurlarına sunulmuş ve Bakan imzası ile tekrar yürürlüğe konulmuştur. Yine aynı kararla, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı "Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletme Şefliği" kurularak, ormanın üretim, koruma ve işletmecilik hizmetleri bu şefliğe bırakılmıştır.

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 alanındaki en yüksek yerdir (şekil 36).



Şekil 36. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu

1984 tarihinde yapılan ve uygulanmakta olan Orman amenajman planında Ladin, Kayın, Kızılağaç ve Koruma karakterinde olmak üzere 4 işletme sınıfı mevcuttur. Planlama birimi alanı, 1971 yılı planında 80 bölmeden oluşmakta iken, 1984 tarihli planda bölme sayısı 146'ya çıkarılmıştır. Araştırma objesini oluşturan Ormanüstü planlama biriminin alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı 1984 yılı planına göre Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Ormanüstü Planlama Biriminin Alan ve Servetinin İşletme Sınıflarına Dağılımı

Plan Yılı	İşletme Sınıfı	Ormanlık Alan		Ormansız Alan		Toplam Alan ha	Toplam Servet m ³	Toplam Artım m ³
		Ağaçlı ha	Açıklık ha	Ziraat ha	Mera ha			
1984	Ladin	2591.5	146.0	1628.0	263.0	4628.5	485665	14153
	Kayın	447.0	7.0	-	-	454	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 hektarı bozuk koru, 8 hektarı baltalık ve 506.25 ha'ı bozuk baltalık niteliklerindedir.

2.1.2. Planlama Materyali

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Bölgesi Orman Amenajman Planı (1984) verileri ve çalışma alanını kapsayan 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43a4, G43d1, G42b3 ve G42c2), sayısallaştırma yoluyla elde edilen alana ait sayısal harita, meşcere tipleri haritası ve mevcut yol ağı planı, materyal olarak kullanılmıştır.

2.1.3. Araştırmada Kullanılan Bigisayar Donanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı

Bu çalışmada 16 Mb RAM bellek, 1.6 Gb Hard Disk kapasitesi olan İş İstasyonu (Work Station) 'nunda, Unix işletim sistemi altında koşan Arc/Info yazılımı kullanılmıştır. Sayısallaştırma işlemi için AutoCad 10 yazılımı ve A0 ebatında CalComp 9000 sayısallaştırma masası kullanılmıştır. Veritabanı sorgulamaları çıktısı için Digital 750 nokta vuruşlu printer kullanılmıştır. Bu çalışmada Arc/Info paket programının aşağıda tanıtımı yapılan modülleri kullanılmıştır.

2.1.3.1. Arc Modülü

Coğrafi bilgi sistemlerinde konuma bağlı genel analizlerinin yapıldığı modüldür. Coğrafi bilgi sistemi katmanlarının oluşturulması, saklanması, kopyalanması,

güncelleştirilmesi, değişik formatlara çevrilmesi işlemleri bu modülde gerçekleştirilir. Ayrıca Sayısal Arazi Modelleri'nde üç boyutlu işlemler (TIN) için geliştirilmiş analiz komutlarının kullanımı da yine bu modülden gerçekleştirilir (60).

2.1.3.2. Arcedit Modülü

Arcedit, Arc/Info programının, coğrafi bilgi sistemi katmanlarının koordinat ve tanımlama bilgilerinin düzenlendiği modüldür. Arcedit'in geliştirilmiş grafik ve veri düzenleme yeteneği, verilerin eksiksiz olarak girilmesi ve işlenmesi ihtiyacını karşılar. Bu yetenekler coğrafi veri tabanının oluşturulması ve düzenlenmesi için önemlidir. Arcedit modülü şu işlemler için kullanılabilir;

- sayısallaştırma yolu ile yeni katmanların oluşturulması,
- sayısallaştırılmış veya taranarak elde edilen katmanların hatalarının düzeltilmesi,
- öznitelik bilgilerinin eklenmesi veya değiştirilmesi,
- veri dosyalarının oluşturulması ve düzenlenmesi,
- coğrafi özelliklerin isimlendirilmesi,
- coğrafi bilgi sistemi katmanlarının sınırlandırılması için ara katmanların saklanması ve koordinat işlemlerinde hassasiyetin geliştirilmesi,
- coğrafi özelliklerin seçilmesi ve öznitelik bilgilerinin başka katmanlardaki konumsal özelliklere aktarılması (60).

2.1.3.3. Info Modülü

Arc/Info'nun veritabanı işletim sistemidir. Aynı zamanda, öznitelik verilerin depolanması düzenlenmesi, güncelleştirilmesi, sorgulanması ve sorgulama sonuçlarının rapor halinde sunulması için geliştirilen programlama dilidir.

2.1.3.4. Arc Macro Language (Aml) Programlama Dili

Arc Macro Language (Aml), özel kullanım amaçları için geliştirilen yüksek seviyeli programlama dillerindendir. Aml ile birden fazla komutun ardışık işlenmesi aypılır. Böylece işlemlerde akıcılık kazanılır. Her düzeydeki kullanıcıların, geliştirilen coğrafi bilgi sistemi modelini kullanabilmeleri için istenilen konuşma dilinde, oluşturulan kullanıcı ara yüzleri (menü sistemleri), bu programlama dilinin kullanımı ile gerçekleştirilir (60).

2.1.3.5. Arcplot Modülü

Arcplot, bütün kartoğrafik düzenleme, gösterim ve üretim yeteneklerini kapsayan, arc/info haritalama ihtiyaçları için kartoğrafik araçlar sunar. Arcplot ile yüksek kaliteli baskı haritalarının yapımı için grafik bilgisayar dosyaları oluşturulabildiği gibi harita bileşenlerinin

grafik ekran üzerinde gösterimi ve sorgulaması yapılabilir. Aynı zamanda Arcplot'un etkileşimli sorgulama fonksiyonu, veritabanından doğrudan elde edilen veriler ile yeni haritaların hazırlanması ve sunumuna izin verir. Arcplot ile katmanların farklı özellikleri farklı semboller ile sunulabilir. Bu sayede, haritalar arc/info veritabanındaki katman özelliklerine göre düzenlenebilirler. Örneğin, dereler başka bir sembol ile gösterilirken, yollar da ayrı bir sembol ile gösterilebilirler. Bu işlem, arc/info katmanında bir çizgi olarak kayıt eldilen coğrafi özelliğin, veritabanında kayıtlı olan öznitelik bilgisi yani yol veya dere olduğu, sorgulanarak belirlenmesi yoluyla sembolizasyonu yapılır (60).

2.1.3.6. ArcView

Coğrafi verilerin gösterimi ve sorgulanması için geliştirilmiştir. ArcView ile veritabanına kolayca ulaşıp hertürlü sorgulama yapılabilir. Yapılan işlemler Arcplot'ta olduğu gibi komut satırı kullanımı yerine menüler aracılığı ile yapılmaktadır. Ancak, burada menu sistemi standart olup kullanıcılara göre değiştirilemez. Arcplot'ta oluşturulan menü sistemi proje işlevleri ve kullanım amaçları doğrultusunda ve istenilen konuşma dilinde hazırlanabilir (60).

2.2. Yöntem

2.2.1. Araştırmanın Sınırlandırılması

2.2.1.1. Coğrafi Sınırlandırma

Araştırma Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Çatak Orman İşletme Şefliği, Ormaüstü Planlama Birimi alanında yapılmıştır.

Orman yolları geçkilerinin belirlenmesinde arazinin topoğrafik yapısı son derece önemlidir. Ayrıca orman yapısı ve diğer sosyal faktörler planlama sırasında göze alınması gerekli önemli faktörlerdir. Araştırma alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nin arazi yapısı, orman durumu ve sosyal konum itibarı ile zor özelliklerini tam olarak yansıtmaktadır. Ayrıca araştırma alanı K.T.Ü. Orman Fakültesi'ne Araştırma ve Uygulama ormanı olarak tahsis edilmiştir.

2.2.1.2. Teknik Sınırlandırma

Çalışma ile Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Yol Geçkilerinin belirlenmesi imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, orman yol geçkilerinin belirlenmesi çalışmalarının, harita kullanımına ilişkin teknik kısımlarının bilgisayar ortamında yapılması ve oluşturulan ortak veritabanı sorgulamaları ile en uygun yol geçkisinin belirlenmesi

doğrultusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla orma yolu sıfır hattı işaretlemesi ve kartoğrafik değerlendirme haritaları üretimi bilgisayar ortamında yapılmıştır. Yol geçkilerine ilişkin olarak ekonomiklik analizleri çalışmanın sınırlı zaman aralığında yapılması ve asıl amacın harita işlemlerinin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesi olanaklarının araştırılması olmasından dolayı yapılmamıştır.

2.2.1.3. Zamansal Açıdan Sınırlandırma

Araştırmanın arazi işlerine ilişkin çalışmalarına 1996 yılı Temmuz ayında başlanmıştır. Bu dönemde literatür çalışmaları da yürütülmüştür. Eylül ayından itibaren arziden ve değişik harita ve planlardan elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması işlemlerine başlanmıştır. Aralık ayı sonuna kadar veritabanı oluşturma işlemleri ve literatür değerlendirilmesi yapılmıştır. 1997 yılı Ocak ve Şubat aylarında coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili planlama ve analiz çalışmaları tamamlanmıştır.

2.2.2. Arazi Çalışmaları

Çalışma alanının tanınması ve yol ağı planlaması açısından önemli olan faktörlerin arazide kontrol edilmesi için araziye çıkılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında topoğrafik harita, mevcut yol ağı planı, meşcere haritası ve hava fotoğrafları hazır bulundurulmuş ve haritalar ile arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca arazi ve yol eğimlerinin kontrolü için klizimetre ve nişan levhası kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Mevcut yol ağı planındaki yolların, standartlara uygunluğunun belirlenebilmesi için çelik şerit metre ile yol genişliği ve hendek genişliği ölçümleri yapılmıştır. Çalışma alanının tanıtımının yapılabilmesi için hakim noktalara çıkılarak bölgenin orman yapısını ve yerleşim alanlarının durumunu gösteren fotoğraflar çekilmiştir.

2.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışma Modelinin Tasarımı

Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi çalışma modeli şu şekilde oluşturulmuştur:

- Veri girişi (Data Input); grafik veriler AutoCad programı kullanılarak girilmiştir.

- Verilerin düzenlenmesi ve veri tabanının oluşturulması (Data Manipulation And Maintenance); grafik verilerin sayısallaştırma hatalarının gidereilmesi Arcedit modülünde yapılmıştır. Grafik veriler arasındaki konumsal ve matematiksel ilişkilerin kurulması için topoloji oluşturulmuştur. Bu amaç için Arc modülü kullanılmıştır. Topolojisi oluşturulan grafik verilere ilişkin öz nitelik verileri, veritabanı yönetim sistemi modülü olan Info ve grafik veri giriş ve düzenleme modülü olan Arcedit modülü kullanılarak girilmiştir.

Veriler arasında ilişkilerin kurulması (Database Menagement); oluşturulan veritabanında yer alan veri tabloları arasındaki ilişkilerin kurulması ve sorgulanması Info modülü ile gerçekleştirilmiştir.

- Konumsal Analizlerin Yapılması (Statial Analysis);

- Yeniden sınıflandırma, yol güzergah etüdü için oluşturulan katmanlarda etkili olan faktörlerin kendi içinde alt gruplara ayrılması için kullanılmıştır. Bu amaçla Overitabanı yönetim sistemi modülü kullanılmıştır.

- Overlay İşlemleri, oluşturulan yol ağı planının, orman ile olan ilişkilerinin belirlenmesi için Arc modülü kullanılarak yapılmıştır.

- Yakınlık analizi, oluşturulan yol ağı planındaki yolların ormanın hangi kısımlarına etki edebildiğini belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler Arc modülünde gerçekleştirilmiştir.

- Topoğrafik analiz, ormanın yer aldığı arazi hakkında veri temini için yapılmıştır. Bu analizler için sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Bu çalışmalar Tin (Triangular irregular network) modülü kullanılarak yapılmıştır.

- Verilerin sunulması (Map Display); analizler sonucunda hazırlanan harita ve tabloların sunulması için Arcplot ve ArcView modülü kullanılmıştır.

2.2.4. Veri Tabanının Oluşturulması

Coğrafi Bilgi Sistemlerine girilecek olan veriler grafik ve grafik olmayan (öznitelik) veriler olarak ikiye ayrılır. Bu araştırmada, bir Coğrafi Bilgi Sistemi Veritabanı oluşturmak amacıyla bilgisayar ortamına girilen grafik ve grafik olmayan veriler şunlardır:

Grafik Veriler:

- Eşyükselti eğrileri
- Çalışma alanındaki mevcut yollar
- Amenajman planında yer alan meşcere tipi sınırları
- Bölme sınırları
- Çalışma alanındaki akarsular

Grafik Olmayan Veriler:

- Meşcere tiplerinin hektardaki artım ve servet miktarları
- Yolara ilişkin olarak, yolların kod numaraları, eğim değerleri, yol tipleri, üstyapı durumu, inşaat durumları.

2.2.4.1. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Yukarıda sıralanan grafik verilerin bilgisayar ortamına girilmesinde veri giriş elemanlarından elle (manuel) sayısallaştırıcı kullanılmıştır. Burada kullanılan sayısallaştırma masasının boyutları 36x48'dir.

Eşyüksekti eğrilerinin bilgisayar ortamına girilmesi işleminden önce, çalışma alanının sınırlarının geçtiği 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43 a₄, G43d₁, G42 b₃ ve G42 c₂) bir araya getirilerek, bu haritalar üzerinde yer alan eşyüksekti eğrileri 50 metrede bir, olacak şekilde, çalışma alanında yer alan akarsular ve yollar aydinger kağıtlar üzerine aktarılmıştır. Meşcere tipi sınırları ve bölme sınırları uygulanmakta olan amenajman planı esas alınarak aydinger kağıtlara aktarılmıştır. Ancak bölme sınırları, amenajman planında yer alan haritalardan alınmayıp, bu sınırların geçtiği sırt, dere ve yollar esas alınarak 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan alınmıştır.

Daha sonra aydinger haritalar üzerinde yer alan grafik bilgiler sayısallaştırıcı yardımıyla AUTOCAD10 programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Elde edilen grafik veri dosyaları DXF uzantılı dosyalar haline getirilip, bu çalışmada kullanılan coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO ortamına transfer edilmiştir. Transferi yapılan dxf uzantılı kütükler birer ARC/INFO katmanı haline getirilip üzerlerinde gerekli grafik düzeltme işlemleri yapılmıştır. Böylece bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmak için gerekli olan grafik veri tabanı elde edilmiştir. Daha sonra topoloji kurulmuştur. Topoloji ile grafik veriler arasında konumsal ve matematiksel ilişkiler kurulmuştur.

Yukarıda açıklanan mevcut verilerin girilmesinden sonra, eğim, bakı ve servet dağılışı haritaları üretilmiştir. Bu amaçla;

Eşyüksekti eğrilerini içeren katmana, sayısal arazi modelini (SAM) oluşturabilmek amacıyla üçüncü boyut bilgisi olarak yükseklik bilgileri girilmiştir. Bu işlem için Arcedit modülünde Forms menüsü kullanılmıştır. Bu menü aracılığı ile grafik veriler etkileşimli ekran üzerinden fare (mause) hareketi ile seçilerek, veri tabanına yükseklik değeri girilmiştir. Hazırlanan sayısal arazi modelinden konumsal analiz ile eğim ve bakı katmanları üretilmiştir. Bu katmanlarda yeniden sınıflandırma yapılarak eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir.

Kayalık ve yerleşim alanları topoğrafik haritadan sayısallaştırılarak elde edilmiş ve bu katmana öznitelik bilgisi olarak kayalıklar veya yerleşim birimlerinin isimleri girilmiştir.

Akarsuların sayısallaştırılması ile birlikte oluşan öznitelik tablosunda her dere kolunun uzunluğu ve sağında ve solunda kalan bölme numaraları otomatik olarak düzenlenmiştir.

2.2.4.2. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Grafik verilerin girilmesinden sonra orman amenajman planlarında yer alan meşcere tipleri tanıtımı tablosu, bölme numaraları, mevcut yol ağı planına ilişkin öznitelik bilgileri veritabanı'na girilmiştir.

Orman servetinin orman alanına dağılımının belirlenebilmesi için Servetin Dağılışı Haritası hazırlanmıştır. Grafik veri halinde hazırlanan meşcere tipleri haritasına öznitelik bilgileri yani meşcere tipleri girilmiştir. Amenajman planında meşcere tipleri tanıtım tabloları değerleri kullanılarak her meşcere tipinin hektardaki serveti ve artım değerleri bir veri dosyası halinde düzenlenmiştir. Hazırlanan bu dosya ile meşcere haritası (katman = coverage) öznitelik tablosu ilişkilendirilmek sureti ile her meşcere tipinin toplam serveti, artımı, hektardaki artımı ve hektardaki serveti kendi öznitelik tablosuna yazdırılmıştır. Böylece meşcere tipleri haritası öznitelik tablosunda her meşcerenin alanı, hektardaki serveti ve artımı ile toplam serveti ve artımı oluşturulmuştur.

Orman Yol Ağı Planına ilişkin öznitelik verileri olarak, yol kodu, yolun tipi, yolun eğimi, üst yapısı, yolun durumu ve yol genişliği girilmiştir.

Alan büyüklüğü ve uzunluk değerleri bilgisayar tarafından, sayısallaştırması yapılan grafik verilerin topolojilerinin kurulması ile hesaplanarak öznitelik tablolarına kaydedilmiştir. İstenen uzunluk veya alan değeri veritabanı sorgulamaları ile herhangi bir ölçme yapmadan elde edilmiştir. Ancak sürütme mesafesi veya yol aralığı gibi şerit genişliklerinin ölçülmesi, yamaç durumu ve yolların konumuna bağlı olarak değiştiğinden, etkileşimli grafik ekran üzerinden mouse hareketi ile yapılan işaretlemeler sonucunda yine bilgisayar tarafından yapılan hesaplamalar ile yapılmıştır.

2.2.4.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Bilgisayar ortamına girilen bu grafik ve grafik olmayan verilerin saklanması, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların sunulmasında, 1.6 Giga byte kapasite ve 19 inç'lik bir monitöre sahip Workstation'da ortamında Unix işletim sisteminde çalışan ARC/INFO yazılımı kullanılmıştır.

Sayısallaştırması yapılan meşcere tipleri ve bölmelerin yer aldığı haritalar üzerinde, önce gerekli düzeltme işlemleri yapılmıştır. Daha sonra meşcere tipleri haritasında yer alan poligonlara meşcere tipi sembolleri atanmıştır. Meşcere tiplerinin sınırlarının yer aldığı bu katman bölme sınırlarının, yol ve derelerin bulunduğu katmanlarla birleştirilerek ormanüstü planlama birimi için meşcere haritası elde edilmiştir. Elde edilen bu harita, bölmeleme haritası ile çakıştırılarak (overlay) her bölmedeki meşcere tipleri ve bunların alanları belirlenmiştir.

2.2.5. Orman Yol Geçkileri Oluşturma Çalışmaları

2.2.5.1. Orman Yolu Geçki Seçeneklerinin Bilgisayar Ortamında Oluşturulması

Orman yol ağı planı için geçki işaretlemesi, planlamacının elde edilen veriler ve kazandığı deneyimi ile yapılmıştır. Bu işlem için veritabanında eşyüksekti eğrileri arasındaki kot farkı 50 m. olan topoğrafik haritadan coğrafi bilgi sistemlerinde genelleştirme fonksiyonu kullanılarak elde edilen 10 m. kot farklı sayısal topoğrafik harita kullanılmıştır. Ayrıca çalışmalar sırasında sayısal haritanın ölçek kolaylığı özelliğinden faydalanarak, gerekli yerlerde harita üzerine büyültme (zoom) uygulanmak sureti ile hassas bir geçki işaretlemesi yapılmıştır.

2.2.5.1.1. Uygulanacak Yol Eğimine Göre Belirlenen Pergel Açıklıklarının Bilgisayar Ortamında Tanımlanması

Orman yollarının planlanması sürecinde uygulanabilecek eğim değerleri bölüm 1.3.1.'de verilmiştir. Bu pergel açıklığı değerleri, metre cinsinden koordinat değeri olarak klavyeden girilmiştir. Böylece, standartlar dahilindeki her eğim değerine karşılık gelen pergel açıklıkları bilgisayar ortamında tanımlanmıştır. Bu amaçla aşağıda tablo 6'da verilen pergel açıklıkları uygulanmıştır.

Tablo 6. Orman Yol Geçki İşaretlemesinde Kullanılan Eğim ve Pergel Açıklığı Değerleri ($h^* = 10$ m)

Eğim (P) %	Pergel açıklığı x (m)	x (mm) (1/25000**)
1	1000.00	40
2	500.00	20
3	333.33	13
4	250.00	10
5	200.00	8
6	166.66	6.7
7	142.85	5.7
8	125.00	5
9	111.11	4.4
10	100.00	4
11	90.90	3.6
12	83.83	3.3

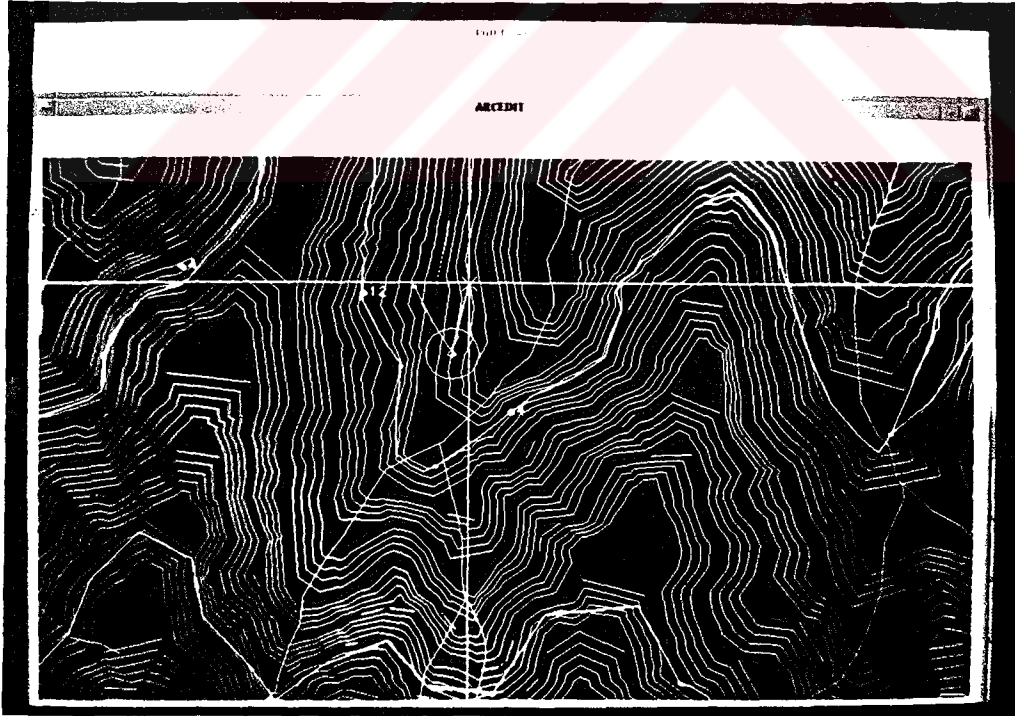
* : Eşyüksekti eğrileri arasındaki kot farkı

** : Harita ölçeği

2.2.5.1.2. Pergel Açıklıklarının Uygulanması

Uzunlukları tanımlanan pergel açıklıkları, bilgisayar tarafından bir arc (çizgi) olarak simgelenmektedir. Uygulanmak istenen pergel açıklığı çizgisi (arc) seçildikten sonra geçki boyunca tatbik edilmek sureti ile sıfır hattı işaretlenmiştir. Tatbik işlemi üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada: uygulanmak istenen pergel açıklığı çizgisi grafik ekran üzerinde fare (mause) hareketi ile orjinal yerinden seçilerek kopyalanmakta ve istenilen yere yerleştirilmektedir. İkinci aşamada: kopyalanan çizgi tam olarak esyükselti eğrilerinin üzerine yerleştirilmesi için kendi etrafında (0 - 360 derece) gerekli açıda döndürülmektedir. Bu işlem yaklaşık olarak uygulanmaktadır. Şayet halen pergel açıklığı çizgisi istenilen esyükselti eğrisi üzerine gelmemiş ise son aşama olarak üçüncü aşamaya geçilmektedir. Üçüncü aşamada: bir ucu sabit olan pergel açıklığı çizgisinin diğer ucu mause hareketi ile seçilerek tam olarak istenen noktaya taşınarak pergel açıklığının uygulanması işlemi tamamlanmaktadır.

Bu işlemler Arcedit modulünde gerçekleştirilmektedir. İşlemler Arcedit grafik ekranı üzerinde, aktif konumda (Edit Coverage) yol planı yapılan katman, arka planda (Back Coverage) ise 10 metre aralıklarla geçirilen esyükselti eğrili katmanın görüntüsü üzerinde yapılmaktadır (Şekil 37). Arka planda istenilen sayıda ve değişik renkler ile sembolize edilen katman oluşturulabilir. Bu katmanlar farklı renklerde çizilerek algılama kolaylaştırılmıştır.



Şekil 37. Pergel Açıklıklarının Sayısal Harita Üzerinde Uygulanması

Pergel açıklıkları bir biri ucuna eklenerek sıfır hattı işaretlemeleri yapılmıştır. Gerekli noktalarda eğim değişikliği uygulanarak yol ağı planının amaca ve araziye uygunluğu sağlanmıştır.

2.2.5.1.3. Yol Geçkilerinin İşaretlenmesi

Mevcut yol ağı planının işaretlenmesinden sonra yapılan gözlem ve analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek mevcut yol ağı planına, yeni yol parçaları eklenerek alternatif plan hazırlanmıştır. Yeni yol planlama aşamasında, ana orman yollarının dar vadilerden geçirilmemesine özen gösterilmiştir (61). Yolların planlanması sırasında genellikle güney bakılar düşünülmüş ancak planlama birimi alanı genel bakışı kuzey olduğu için zorunululuk hallerine kuzey bakılar kullanılmıştır. Gözlem olarak, yamaç uzunlukları ölçümleri yapılmıştır. Analizler ise, işletmeye açılmayan alanların tesbiti ve bu alanların servet durumlarının belirlenmesi şeklinde yapılmıştır. Bu işlem coğrafi bilgi sistemi konumsal analizleri ve veri tabanı sorgulaması ile gerçekleştirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda 160, 161 ve 162 kod'olu orman yollarının planlanması yapılmıştır.

2.2.5.2. Yol Geçkilerinin Değerlendirilmesi

Oluşturulan geçkilerin değerlendirilmesi yol yoğunluğu, yol aralığı, işletmeye açma değerleri ve kartografik değerlendirme haritaları verileri ile yapılan geçki analizi sonuçlarına göre yapılmıştır.

2.2.5.2.1. Orman Yol Ağı Temel Kavramlarının Hesaplanması

2.2.5..2.1.1. Yol Yoğunluğu

Yol yoğunluğu değerinin bulunmasında, üç değişik yol yoğunluğu değeri hesaplatılmıştır. Bu değerler hem mevcut yol ağı planı için hemde oluşturulan alternatif yol ağı planı için ayrı ayrı hesaplatılmıştır. Hesaplamalar, mevcut ve alternatif yol ağı planları çakıştırma (overlay) işlemi ile meşcere katmanı ile çakıştırılarak oluşturulan sorgulama katmanında yapılmıştır. Çakıştırma işleminden sonra elde edilen katmanın öznetelik tablosunda, her yol parçasının hangi meşcere tipinden veya ormansız alandan geçtiği yazılım tarafından belirlenerek kayd edilmektedir. Çakıştırma işlemi Arc modülünde yapılmıştır.

Hesaplama işlemi ise veritabanı işletim modülü olan Info'da yapılmıştır. Genel Orman Yol Yoğunluğu'nun hesabı: tüm yolların uzunluğu toplatılarak, toplam alana bölünmesiyle elde edilmiştir. İtibari Yol Yoğunluğu için veritabanında meşcere tipleri sorgulanarak Ziraat ve Mera alanları seçtirilmiş ve toplam alandan çıkarılmıştır. Bu seçim sonucu elde edilen alanlar üzerinde yer alan yolların uzunluğu toplatılmak sureti ile elde edilen yol uzunluğu, orman alanına bölünmek sureti ile İtibari Yol Yoğunluğu

hesaplanmıştır. Gerçek Yol Yoğunluğu, toplam yol uzunluğu bulunarak orman alanına bölünmesiyle elde edilmiştir. Sorgulama işlemleri Info Modülünde yapılırken, toplama işlemleri için Info Modülünde alt modül olan istatistik (Statistics) kullanılmıştır.

İtibari Yol Yoğunluğu, sürütme işlerine baz olurken, Gerçek Yol Yoğunluğu ise transport planlaması için esas alınmaktadır (35).

2.2.5.2.1.2. Ortalama Yol Aralığı

Ortalama Yol Aralığı:

yol yoğunluğu x yol aralığı = 10 000 bağıntısı kullanılarak hesaplatılmıştır.

2.2.5.2.1.3. Sürütme Mesafesi

Sürütme mesafesi kullanılan yazılımın arcedit modülü'nde etkileşimli grafik ekran üzerinde, uzunluğu ölçülecek noktaların işaretlenmesi ile hesaplanmıştır. Bir yamaçta oluşan sürütme mesafesinin ölçülmesinde, yamaç boyunca En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafelerinin ($SM_{m_{max}}$) ortalaması alınmıştır.

2.2.5.2.1.4. İşletmeye Açma Oranı

Geleneksel yöntemlerle orman yollarının işletmeye açma oranlarının tesiti oldukça zor ve dikkat gerektiren bir işlemdir. Coğrafi bilgi sistemlerinin kartoğrafik yetenekleri sayesinde bu işlem çok kolay bir şekilde yapılmaktadır.

İşletmeye Açma Oranının hesabı için coğrafi bilgi sistemlerinin konumsal analizlerinden yakınlık fonksiyonu analizi (Neighbord Function) kullanılmıştır. Bölgede genellikle insan gücü ile bölmeden çıkarma ve traktörler ile bölmeden çıkarma çalışmaları yapılmaktadır. Bu nedenle yolların işletmeye açmış oldukları alanlar olarak, yol üstlerinde 500 m.'lik bir yamaç, yol altında ise 150 m.'lik bir şerit etki sahası olarak kabul edilmiştir. Bu kabul dorultusunda, her yolun belirliten mesafelerde etkilediği alanların tesbiti için tampon alanlar oluşturulmuştur. Tampon bölgelerin oluşturulması ile hazırlanan katman, konumsal analiz işlemlerinden, çakıştırma (overlay) işlemi ile meşcere tipleri katmanı ile birleştirilmiştir. Elde edilen katmanda, Info Modülü kullanılarak yapılan sorgulamada, işletmeye açılan alanlar belirlenmiş ve toplam alan hesaplatılmıştır. Bu alanın toplam alana oranlanması ile işletmeye açma oranı hesabı yapılmıştır.

2.2.5.2.2. Kartoğrafik Değerlendirme Haritaların Hazırlanması

Günümüzde bilgisayarlar, sayısal olmayan bir çok işlemde sıkça kullanılmaya başlamıştır. Bu kullanım alanlarının gelişmesi ile birlikte yeni araçlar ve teknikler ortaya

çıkılmaktadır. Sayısal teknolojinin kullanımı arazi yönelik çalışmalar ile coğrafi bilgi sistemlerinin bütünleşmesini sağlamıştır. Coğrafi bilgi sistemlerinin bu alandaki kullanımı son yıllarda geleksel metodların yerini almaya başlamıştır (23). Sayısal kartografya ile belirli bir alana ilişkin bir çok faktör değerlendirilerek, karar verme aşamasında başarı artırılabilir.

2.2.5.2.2.1. Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması

Sayısal Arazi Modelinin oluşturulması için Arc/Info yazılımının TIN (Triangular Irregular Network) Modülü kullanılmıştır. Sayısallaştırma ile elde edilen eşyüksekti eğrileri katmanına üçüncü boyut bilgisi olarak yükseklik değerleri girilmiştir. Yükseklik bilgilerinin girilmesinde Arcedit modülünde Forms menü kullanılmıştır. Bu menüde veri girişi işlemi, yüksekliği girilecek olan eşyükseklik eğrisinin, grafik ekran üzerinden etkileşimli mouse (fare) hareketi ile seçilerek, ekan üzerinde açık olarak bulunan öznitelik tablosuna yükseklik değerinin girilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yükseklik değerleri girilmiş olan katman Tin modülü ile Sayısal Arazi Modeli'ne çevirilmiştir. Bu işlemde yükseklik değerleri referans değerler olarak kullanılmıştır.

2.2.5.2.2.2. Eğim Haritasının Hazırlanması

Eğim haritası sayısal arazi modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Bu işlemler Arc/Info yazılımının TIN (Triangular Irregular Network) Modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sayısal arazi modelinden, öznitelik bilgisi olarak % veya derece cinsinden eğim değerlerini, bulunduran yeni bir katman elde edilmiştir.

Eğim haritasının oluşturulması için literatürde yer alan 4 eğim grubu kullanılmıştır. Bu işlem yol inşaatlarında kullanılacak inşaat makinesi, çıkacak materyalin kullanılması, oluşturulacak kazı ve dolgu şevlerinin oranlarına göre düzenlenmiştir. Eğimin % 45'in altında olduğu alanlarda: dolgu şevinin oluşturulmasında hiçbir sorun yaşanmaz ayrıca çevre tahribatı da son derece düşüktür. Eğimin % 45 ile % 65 oranlarında olduğu alanlarda: yol inşaatından çıkan materyalin bir miktarının taşınması gerekmektedir. Bu işlem maliyet artıran bir unsurdur. Eğimin % 60 ile %75 arasında olduğu alanlarda yol inşaatında dolgu şevinin oluşturulmasında problemler oluşmaktadır. Eğimin % 75'in üstünde olduğu alanlarda yol gövdesinin tamamının kazı şevinde oluşturulması gerekmektedir (62). Bu da inşaattan çıkacak bütün materyalin taşınması ve yüksek bir maliyet oluşturması demektir. Bu nedenlerle yukarıda açıklanan gruplar oluşturulmuştur.

2.2.5.2.2.3. Bakı Haritasının Hazırlanması

Bakı haritası sayısal arazi modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Sayısal arazi modelinden, öznitelik bilgisi olarak 0-360 derece bakı değerlerini bulunduran yeni bir katman elde edilmiştir.

Bu katman üzerinde yeniden sınıflandırma fonksiyonu kullanılarak aç değeri olarak verilen bakılar sekiz yön olarak gruplandırılmıştır. $337.5^\circ - 22.5^\circ$ Kuzey olmak üzere, 45° lik dilimler oluşturulmuştur.

2.2.5.2.2.4. Servetin Dağılışı Haritasının Hazırlanması

Ormanlık alanlardaki servet dağılımının belirlenebilmesi için servet dağılışı haritası düzenlenmiştir. Bu amaçla: ziraat alanları, orman içi açıklık alanlar, hektardaki serveti 100 m^3 'ün altında olan alanlar, hektardaki serveti 100 m^3 ile 250 m^3 arasında olan alanlar ve hektardaki serveti 250 m^3 'ün üstünde olan alanlar olmak üzere 5 grup oluşturulmuştur.

2.2.5.2.2.5. Kayalık Alanlar Ve Yerleşim Alanları Haritasının Hazırlanması

Kayalık alanlar ile yerleşim alanları ortak olarak bir grup halinde değerlendirilmiştir.

2.2.5.2.2.6. Akarsu Yatakları Haritasının Hazırlanması

Dere yatakları orman yolları yapımında kaçınılması gerekli olan alanlardır. Akarsu yatakları olarak; ana derelerde, akarsuyun 3'er m. sağında ve solunda kalan toplam 6 m. genişliğinde bir alan; yan derelerde, derenin sağında ve solunda kalan toplam 2 m.'lik alan; yamaçlarda yer alan bir kısmı kuru dere ve devamında da su taşıyan küçük derelerde ise toplam 1 metre genişliğindeki alanlar dere yatağı olarak değerlendirilmiştir.

2.2.5.2.2.7. Orman Yol Geçki Etüdü Haritasının Hazırlanması

Yukarıda açıklanan gruplandırma sisteminden sonra bu alanların değerlendirilmesi için bir puanlama sistemi oluşturulmuştur. Yol geçkilerinin söz konusu faktörlerden farklı ağırlık derecesinde etkileneceği ayrıca her faktörün grupları arasında da farklı ağırlık dereceleri olacağı kabul edilerek, her faktörün grupları arasında +3 ile -3 arasında değişen bir puanlandırma sistemi kabul edilmiştir. Bu kabul doğrultusunda aşağıda tablo (tablo 7) halinde verilen puanlandırma sistemi uygulanmıştır.

Tablo 7. Orman Yolu Geçkilerini Etkileyen Faktörler ve Puanlandırma Sistemi

Katman Adı	Grup açıklaması	Puan
Eğim	$E^* < \% 45$	3
	$\% 45 < E < \% 65$	2
	$\% 65 < E < \% 75$	-2
	$E > \% 75$	-3
Bakı	Kuzey bakılar (K, KD, KB)	-1
	Doğu ve Batı bakıları	0
	Güney bakılar (G, GD, GB)	+1
Servetin Dağılışı	Orman toprağı	+1
	$H.S^{**} < 100m^3$	+1
	$100 m^3 < H.S < 250 m^3$	+2
	$H.S > 250 m^3$	+3
	Ziraat ve mera alanı	-3
Kayalık ve Yerleşim	Kayalıklar ve yerleşim alanları	-3
Akarsu Yatakları	Akarsu yatakları	-3

* E : Eğim

** H.S : Hektardaki servet

Yukarıdaki puanlama sistemi oluşturulurken literatürde tespit edilebilen değerler kullanılmaya çalışılmıştır. Bu değerlerin yanında literatürde rastlanılmayan değerler için kabuller yapılmıştır. Eğim faktöründe gruplar arasında kazı miktarlarının artması ile buna paralel olarak maliyetinde yükselmesi, giderek düşen bir puanlandırma sisteminin kullanılmasına neden olmuştur. Bakıların diğer faktörler kadar baskın olmaması, -1 ve +1 arasında değerlendirilmesine neden olmuştur. Hektardaki servetin fazla olması yapılacak yolun amortismanının alınacak eta ile kısa sürede sağlanacağını göstermektedir. Üzerinde henüz servet bulunmayan ancak gelecekte ağaçlandırma ile orman haline dönüştürülecek alanlar puanlamaya dahil edilmiştir. Ayrıca yerleşim ve ziraat alanları gerek kamulaştırma maliyetleri gerekse sosyal problemler nedeniyle istenmeyen alanlardır. Bu nedenle -3 ile değerlendirilmiştir. Kayalık alanların geçişinde kazı maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle -3 puanı ile değerlendirilmiştir. Dere geçişleri sanat yapıları gerektirdiğinden -3 puanla değerlendirilmiştir.

Yukarıda açıklandığı haliyle düzenlenen haritalar Overlay işlemi ile üst üste çakıştırılarak, öznetelik tablosunda bütün bilgileri bulunduran temel katman elde edilmiştir.

Orman Yolu Geçki Etüdü Haritası şeklinde adlandırılan bu katmanda, her kapalı alan için yukarıda açıklanan puanlandırma sisteminden kaynaklanan beş adet değişik puan bulunmaktadır. Bu puanlar öznetelik tablosunda toplatılarak her alan için bir puan elde edilmiştir. Kullanılan puanlama sistemi ile bir alan için en yüksek + 7 ve en düşük -13 puanları söz konusu olabilecektir. Bu çalışmada orman yolu geçkisi için konu olabilecek alanların sınıflanmasında üç grupta kabul edilmiştir. Bunlar: orman yolunun geçişinin en az maliyet ve en fazla fayda oluşturacağı alanlar; orman yolunun geçmesinde değişik faktörlerin olumlu ve olumsuz etkilerinin dengelendiği alanlar ve orman yolu için fazlaca maliyet

oluşturacağı, çevre tahribatının en fazla olacağı alanlar şeklinde oluşturulmuştur. Bu düşünceden hareketle - 1'den daha düşük puan alan alanlar orman yolu için uygun olmayan alanlar; -1 ile +1 arasında puan alan alanlar orman yolunun geçişinde fazlaca sorun oluşturmayacak alanlar; +1'den daha yüksek puan alan alanlar ise yol geçişi için en uygun olan alanlar olarak değerlendirilmiştir.

2.2.5.2.3. Oluşturulan Yol Geçkilerinin Planlama Birimini Çözmesi

Planlama sürecinde alternatifler oluşturularak amaca en uygun olanı seçilir. Bu analiz oluşturulan yol ağı planlarının, hangi kod nolu yollarının hangi bölmeleri işletmeye açtığı belirlenebilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, coğrafi bilgi sistemi komunsal analizlerinden, çakıştırma işlemi ile bölmeleme katmanı ile yol ağı planı katmanı birleştirilmiştir. Böylece bütün yolların kod numaralarına göre, geçtiği bölme numaraları, meşcere tipleri, meşcere tipleri alanları, işletmeye açılan alandaki dikili ağaç hacmi ve artımı tespit edilmiştir. Bu değerlerin karar verme aşamasında alternatiflerin değerlendirilmesinde kriter olarak kullanılması imkanı doğmuştur.

2.2.5.2.4. Oluşturulan Orman Yolu Geçki Seçeneklerinin Değerlendirilmesi

Planlama sürecinde, seçenekler arasından belirlenen amaca en uygun olan çözümün seçimi yapılmaktadır. Bu çalışmada, mevcut ve alternatif yol geçkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, Orman Yol Yoğunluğu, Yol Aralığı, Sürütme Mesafesi ve İşletmeye Açma Oranı değerleri, orman yol ağı planı amaçları doğrultusunda incelenmiştir. Ayrıca, yol geçkileri seçeneklerinin, yol geçkilerini etkileyen çeşitli faktörlerin alandaki dağılımlarını gösteren coğrafi bilgi sistemleri katmanında aldıkları sayısal değerler, karar verme aşamasında kullanılmıştır. Böylece yol geçkilerinin değerlendirilmesinde etkili faktörlerin hepsinin aynı anda değerlendirilmesi yapılarak, yollarının geçki için en uygun bölgelerde planlanması sağlanmıştır.

3. BULGULAR

Orman Yol Ağı Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile hazırlanması imkânlarının araştırılması için yapılan bu çalışmada, orman yolları geçkilerinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin, bilgisayar ortamında tanımlanması ve değerlendirilmesi ve klasik haritalar üzerinde yapılan teknik işlemlerin bilgisayar ile yapılması üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu bölümde coğrafi bilgi sistemleri veri tabanında depolanan bu faktörlere ilişkin veriler ve çalışma alanına dağılımları ile yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler verilmiştir.

3.1. Ormanüstü Planlama Birimi Alanına İlişkin Bulgular

Ormanüstü planlama birimi alanına ilişkin, mevcut amanejman planında yer alan, alan ve servet bilgileri 2.1.1. bölümünde tablo halinde verilmiştir. Ancak, yapılan analizler sonucunda elde edilen gerçek alanlar ve buna bağlı olarak değişen ağaç serveti ve artım değerleri tablo 8'de verilmiştir.

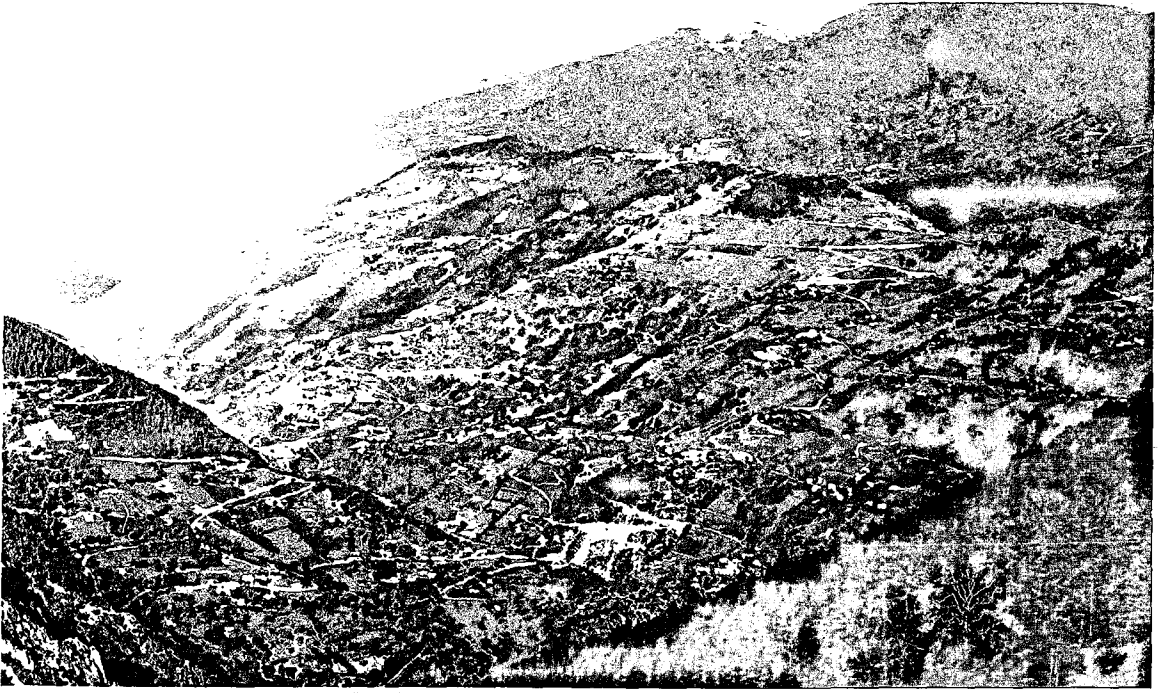
Tablo 8. Ormanüstü Planlama Birimi Alan Servet ve Artım Bilgileri

	Orman Alanı		Ormansız Alan		Toplam (ha)
	Ağaçlı (ha)	Açıklık (ha)	Ziraat (ha)	Mera (ha)	
Alan	5066.48	211.79	2313.44	383.81	7975.52
Servet	832222.26	-	-	-	832222.26
Artım	16946.24	-	-	-	16946.24

Yukarıdaki tabloda da görüleceği üzere planlama birimi alanı içerisinde oldukça geniş alanlarda tarım yapılmaktadır. Şekil 38'de planlama birimi içerisinde yer alan köylerin bir kısmı ve ziraat alanları görülmektedir.

3.2. Kartoğrafik Değerlendirme Haritaları

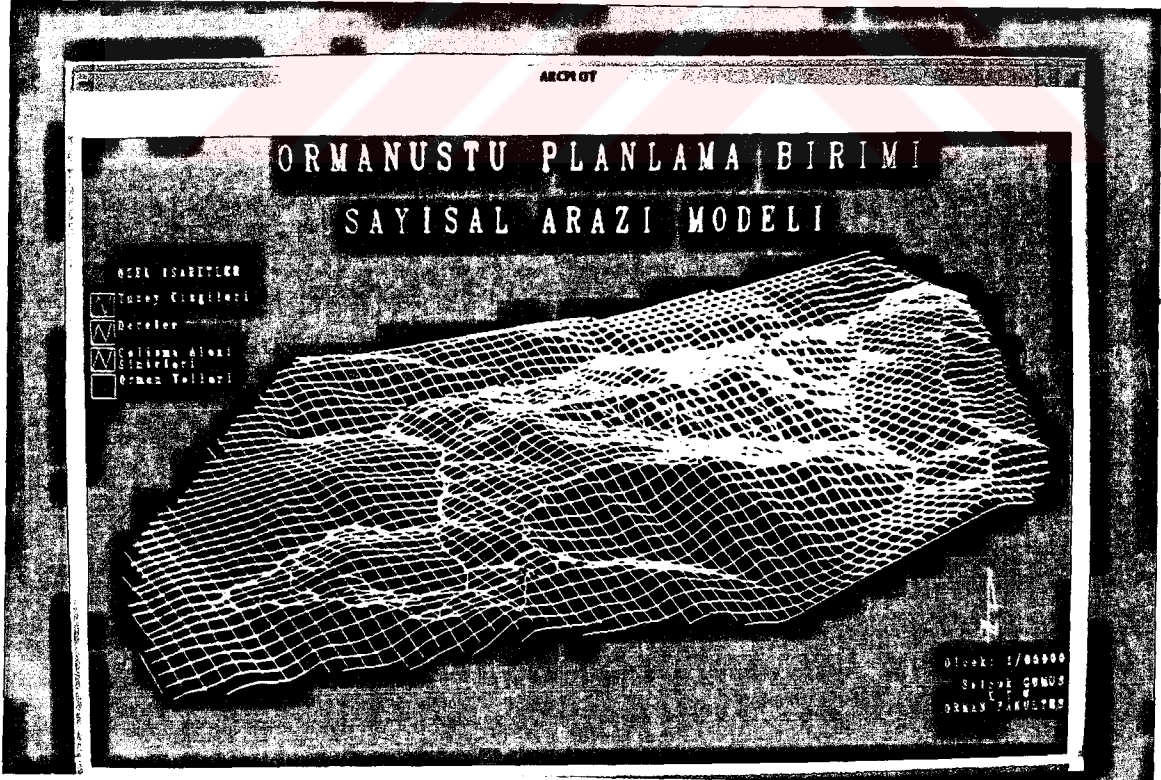
Ormanüstü Planlama biriminine ait çeşitli kartoğrafik haritaları hazırlanmıştır. Böylece arazi yapısı, orman durumu ve sosyal duruma ilişkin veriler elde edilmiştir.



Şekil 38. Yerleşim ve Tarım Alanları

3.2.1. Sayısal Arazi Modeli

Hazırlanan Orman Yol Ağı Planının, çalışma alanı olan Ormanüstü Planlama Birimi sayısal arazi modeli üzerindeki durumu şekil 39 'da görülmektedir. Aynı zamanda bu dağılım gerçek arazideki dağılımı sembolize etmektedir.



Şekil 39. Ormanüstü Planlama Birimi Sayısal Arazi Modeli

3.2.2. Eğim Haritası

Orman yolu inşaatlarında maliyeti artıran en önemli faktör kazı ve dolgu hacimleridir. Bu miktarlar ise birinci derecede yamaç eğimine bağlıdır. Ormanüstü planlama birimi alanı için orman yollarının yapımı bakımından hazırlanan yamaç eğimi sınıfları haritası şekil 40'ta verilmiştir.



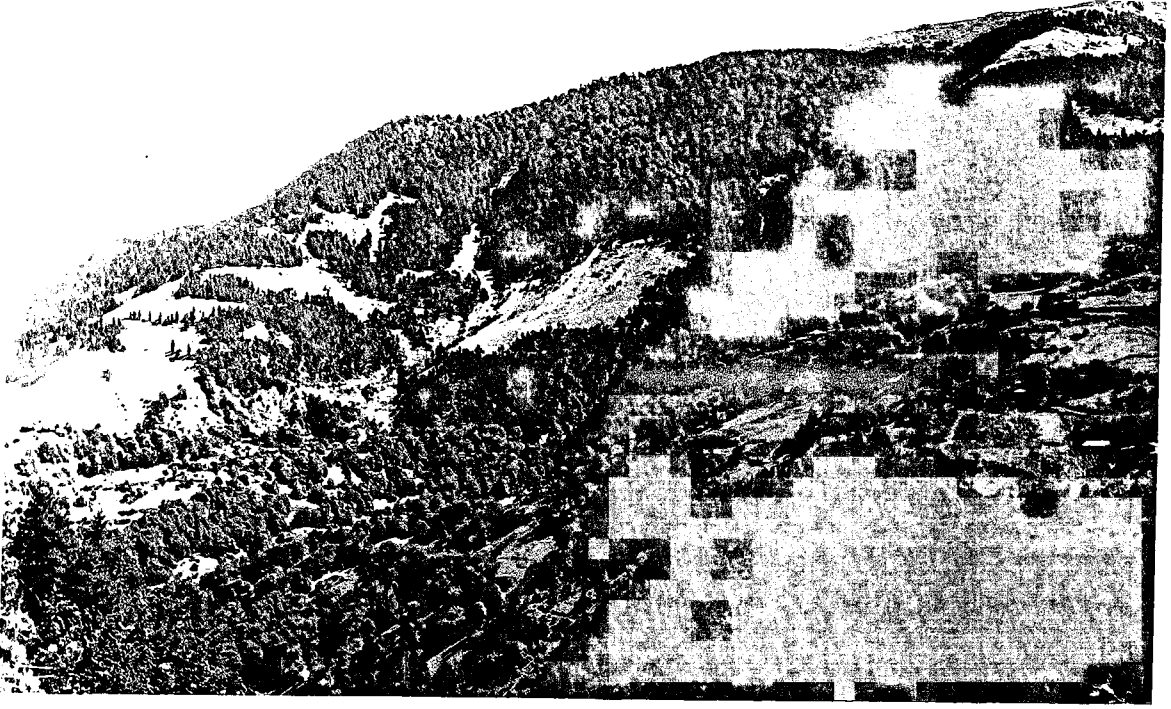
Şekil 40. Ormanüstü Planlama Birimi Yamaç Eğimi Grupları Haritası

Yamaç eğimi gruplarının kapladığı alanlar ve toplam alana oranları ise tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Ormanüstü Planlama Birimi Alanının Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı

Katman Adı	Grup açıklaması	Alanı (ha)	Toplam alana oranı (%)
Eğim	$E < \% 45$	3865.10	48.46
	$\% 45 < E < \% 65$	2774.70	34.79
	$\% 65 < E < \% 75$	659.02	8.26
	$E > \% 75$	676.70	8.49
	Toplam	7975.52	100.00

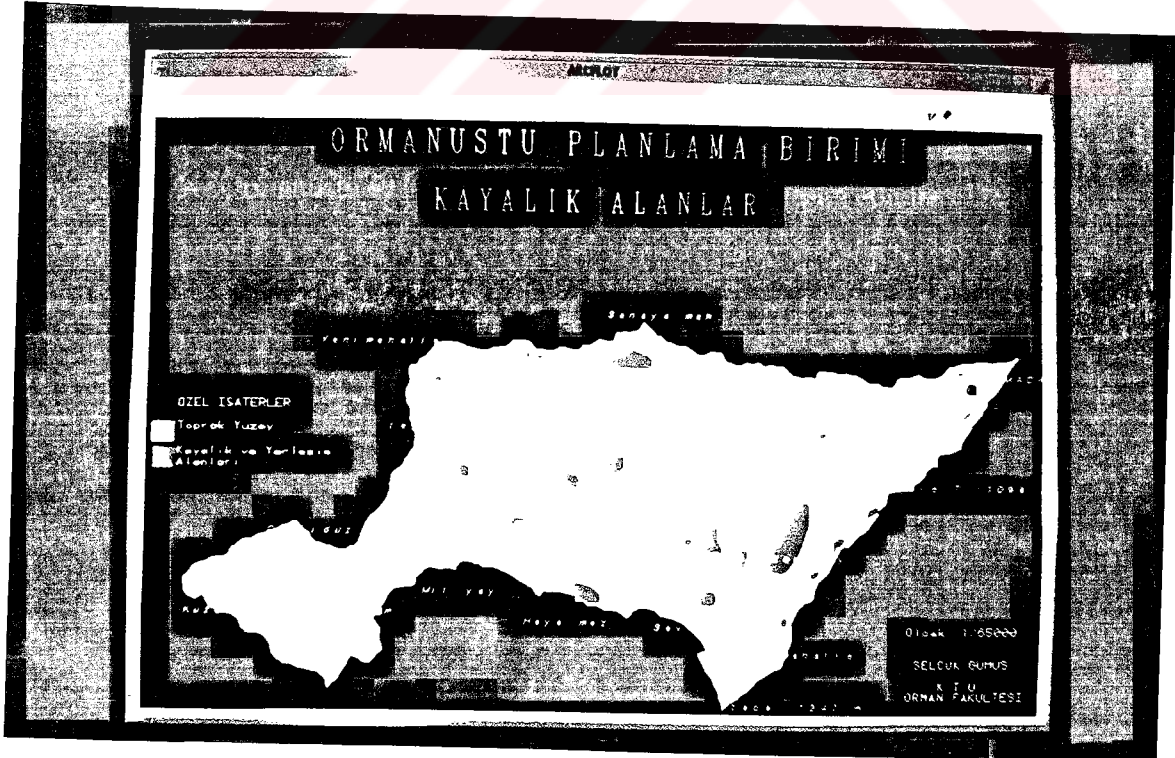
Tablo verilerinden de anlaşılacağı üzere planlanan alanının büyük kısmının eğimi $\%65$ ve daha aşağı eğim değeri taşımaktadır.



Şekil 43. Karışık Kayın-Ladin ve Ladin Meşcereleri

3.2.4. Kayalık ve Yerleşim Alanları Haritası

Planlama birimi içerisinde bulunan kayalık ve yerleşim alanlarının coğrafik dağılımı Şekil 44'de verilmektedir. Bu alanların toplam miktarı 400.76 ha olup, toplam alanın % 5.02'sini kaplamaktadır.



Şekil 44. Ormanüstü Planlama Birimi Kayalık ve Yerleşim Alanları Dağılımı

3.3. Mevcut Orman Yol Ağı Planına Ait Bulgular

Bu bölümde, 1965 yılında, 7. Genel Yol Ağı Planlama Grubu tarafından hazırlanan, mevcut yol ağı planının incelenmesi ve hazırlanan coğrafi bilgi sistemi analiz katmanlarından elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.3.1. Orman Yol Yoğunluğu

Mevcut Orman Yol Ağı Planında yer alan orman yolları ve özellikleri Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Mevcut Orman Yol Ağı Planında Yer Alan Orman Yolları

Yolun Kodu	Yol Tipi	Durumu	Üstyapısı	Yolun Uzunluğu (m)
Erzurum k. yolu.	Kara Yolu	Yapılmış	Asfalt	7 + 998
150	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	12 + 374
152	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	11 + 337
153	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	6 + 955
154	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	6 + 211
155	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	22 + 149
157	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	7 + 661
158	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	2 + 260
159	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	2 + 695
185	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	6 + 803
186	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	3 + 371
Toplam				89 + 814

Orman yol yoğunluğu değeri üç değişik yöntemle hesaplanmıştır. Buna göre;

$$\text{Genel Yol Yoğunluğu} = \frac{\text{Toplam Yol Uzunluğu (m)}}{\text{Toplam Alan (ha)}} \quad (6)$$

$$\text{İtibari Yol Yoğunluğu} = \frac{\text{Orman İçi Yol Uzunluğu (ha)}}{\text{Orman Alanı (ha)}} \quad (7)$$

$$\text{Gerçek Yol Yoğunluğu} = \frac{\text{Toplam Yol Uzunluğu (m)}}{\text{Orman Alanı (ha)}} \quad (8)$$

fomülleri kullanılarak hesaplanan yol yoğunluğu değerleri tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Mevcut Yol Ağı Planı Yol Yoğunluğu Değerleri

Yol Yoğunluğu	Yol Uzunluğu (m)	Alan (ha)	Yol Yoğunluğu (m/ha)
Genel Yol Yoğunluğu (m/ha)	89814	7975.52	11.26
İtibari Yol Yoğunluğu (m/ha)	71459	5278.27	13.53
Gerçek Yol Yoğunluğu (m/ha)	89814	5278.27	17.01

3.3.2. Yol Aralığı

Yol aralığı, iki yol arasındaki yol eksenine dik olarak ölçülen yatay uzaklıktır. Yol aralığı;

$$\text{Yol Yoğunluğu} \times \text{Yol Aralığı} = 10000 \quad (9)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Yol aralığının şekli, hesaplamada kullanılan yol yoğunluğu şekline göre (itibari, gerçek veya genel yol yoğunluğu) isim alır. Hesaplanan yol aralığı değerleri tablo 15'da verilmiştir.

Tablo 15. Mevcut Yol Ağı Planı Yol Aralığı Değerleri

Yol Aralığı	Yol Yoğunluğu (m/ha)	Yol Aralığı (m)
Genel Yol Aralığı (m)	11.26	888.09
İtibari Yol Aralığı (m)	13.53	739.09
Gerçek Yol Aralığı (m)	17.01	587.88

3.3.3. Sürütme Mesafesi

Her orman yolu için, o yolun işletmeye açtığı yamaçta transport sınırı ile yol arasında kalan En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafelerinin ($SM_{m_{max}}$) ölçümü yapılmıştır. Ölçümler, vadi veya yamaç yolu ile sırtlar arasında kalan mesafenin ölçümü veya da vadi yolu ile yamaç yolu arasında kalan mesafenin ölçümü şeklinde yapılmıştır.

Ölçümler sonucunda elde edilen değerler tablo 16'da verilmiştir. Tabloda verilen yol uzunlukları grafik veritabanının oluşturulmasından sonra kurulan topoloji ile elde edilen öznitelik tablolarından alınmıştır. Yol katmanının oluşturulmasından sonra, yollara ilişkin olarak, yolların temsil edildiği arc'ların uzunluğu coğrafi bilgi sistemi yazılımı tarafından hesaplanıp veritabanına kayıt edilmiştir. Daha sonra veritabanı sorgulamaları ile istenen her yolun uzunluğu, veritabanından okunarak elde edilmiştir.

Tablo 17. Ormanüstü Planlama Birimi Mevcut Yol Ağı Planı İşletmeye Açma Oranı

Toplam Yol Uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Alan (ha)	Ormanlık Alan (ha)	İşletmeye Açma Oranı (%)
89814	4309.92	5278.27	81.65

3.3.4. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi

Orman yollarının işletmeye açtığı orman alanı şeridi genişliği, kabuller yapılarak 650 m. olarak belirlenmiştir. Öncelikle yolların etrafında bulunan 650 m. genişliğindeki şerit yakınlık analizi sayesinde belirlenmiştir. Mevcut orman yol ağı planında yer alan her yolun işletmeye açtığı alanların belirlenmesi coğrafi bilgi sistemi çakıştırma (overlay) analizi sayesinde yapılmıştır. Çakıştırma işleminde, yakınlık analizi ile elde edilen işletmeye açma şeridi katmanı ile meşcere tipleri katmanları kullanılmıştır. Böylece işletmeye açılmış alanların, alan servet ve artım değerleri veri tablosu halinde elde edilmiştir (Tablo 18). Veri tablolarının çok uzun olması vedeniyle burada örnek oluşturması için kısa bir tablo verilecektir.

Tablo 18 . Mevcut Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Bölmeler, Meşçere Tipleri, Meşçere Tipi Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları

Yolun Kodu	Bölme No	Meşçere Tipi	Meşçere Alanı (ha)	Meşçere Serveti (m³)	Meşçere Artımı (m³)
150	134	KnLc3	10.81	3301.411	61.600
		LKnKzGnbc2	26.65	2987.730	62.000
	135	LKnKzGnbc2	23.42	2625.339	54.600
	136	LKnKzGnbc2	14.24	1596.510	33.200
	137	LKnKzGnbc2	3.13	351.817	7.300
	138	LKnKzGnbc2	13.45	1508.322	31.400
					
153	239	KnLc3	3.71	1217.139	22.700
		LKnKzGnbc2	1.68	189.117	3.900
		LKnc2	1.29	201.793	3.700
	240	LKnc2	12.63	1969.025	37.000
	290	KnGnLbc2	30.98	3786.823	79.000
		Kzc1	11.416	894.999	19.000
					

Yukarıda örnek olarak verilen veri tablolarının değerlendirilmesi ve özetlenmesi sonucunda aşağıda verilen tablo elde edilmiştir (Tablo 19).

Tablo 19. Mevcut Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları Özeti Tablosu

Yolun Kodu	Yolun Uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Toplam Alan (ha)	Toplam Dikili Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)	Toplam Dikili Kabuklu Gövde Hacmi Artımı (m ³)
Erzurum kar. yol.	7998	512.58	1672.431	14.933
150	12374	895.45	32483.721	681.243
152	11337	398.62	30505.324	701.254
153	6955	312.96	33322.725	693.140
154	6211	180.19	23755.115	445.177
155	22149	950.73	197155.300	4162.936
157	7661	437.70	130748.041	2655.379
158	2260	170.35	42793.162	878.790
159	2695	132.32	30863.617	699.287
185	6803	212.71	41203.287	755.808
186	3371	106.33	20575.493	349.616
Toplam	89814	4309.92	585038.217	12037.643

3.3.5. Yolların Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı

Orman yollarının geçtiği alanlardaki yamaç eğimlerinin belirlenmesi ve bu değerlerin alternatif geçkilerin değerlendirilmesinde kullanılması amacı ile yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgular tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Mevcut Yolların Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı

Yolun Kodu	Yamaç Eğimi Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Erzurum Kar. yol.	E* < % 45	5860	73.27
	% 45 < E < % 65	949	11.87
	%65 < E < % 75	572	7.15
	E > % 75	617	7.71
	Toplam	7998	100.00
150	E < % 45	1618	13.07
	% 45 < E < % 65	4333	35.03
	%65 < E < % 75	1946	15.72
	E > % 75	4477	36.18
	Toplam	12374	100.00
152	E < % 45	1982	17.48
	% 45 < E < % 65	5504	48.54
	%65 < E < % 75	1318	11.62
	E > % 75	2533	22.36
	Toplam	11337	100.00

* : Yamaç Eğimi grubu

Görüleceği üzere, kod numaralarına göre yolların yamaç eğimi gruplarına dağılımının gösterimi oldukça uzun bir tablo oluşturmaktadır. Bu nedenle, yolların kod numaralarına göre dökümü yerine, toplam yol uzunluğunun yamaç eğimi gruplarına dağılımı özet halinde sunulmuştur. Böylece alternatifler arasında da kolay bir karşılaştırma imkanı doğmuştur (Tablo 21).

Tablo 21. Mevcut Yolların Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu

Yamaç Eğimi Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
$E < \% 45$	31804	35.41
$\% 45 < E < \% 65$	35436	39.45
$\% 65 < E < \% 75$	10782	12.01
$E > \% 75$	11792	13.13
Toplam	89814	100.00

3.3.6. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı

Orman yolları, bol güneşlenme ile erken kurumaları ve bakım problemlerinin azaltılması için güney bakılarda yapılmalıdır. Bu bakımdan yol ağı planları alternatiflerinin değerlendirilmesi aşamasında yolların bakı gruplarına dağılımı bir kriter olarak kullanılabilir. Mevcut yol ağı planı yollarının bakı gruplarına dağılımı özet tablo olarak verilmektedir (Tablo 22).

Tablo 22. Mevcut Yollarının Bakı Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu

Bakı Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Kuzey bakılar (K, KD, KB)	47928	53.36
Doğu ve Batı bakıları	28763	32.02
Güney bakılar (G, GD, GB)	13123	14.62
Toplam	89814	100.00

3.3.7. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı

Orman yollarının asıl görevi, ormanların ekonomik olarak çok yönlü faydalanmaya açılmasıdır. Yapılan yolların maliyeti, yapılan yollar ile işletmeye açılan alanlar üzerindeki orman ürünlerinden karşılanmaktadır. Bu nedenle orman yollarının servet bakımından yüksek olan alanlarda yapılması, yatırımın geri dönmesini garanti altına alır. Bu amaçla veri tabanı sorgulamasından elde edilen veriler tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23. Mevcut Yolların Servet Gruplarına Dağılımı Özeti Tablosu

Servet Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Orman toprağı	2059	02.29
H.S* < 100m ³	11659	12.98
100 m ³ < H.S < 250 m ³	32990	36.73
H.S > 250 m ³	23324	25.97
Ziraat ve mera alanı	19782	22.03
Toplam	89814	100.00

3.3.8. Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılım

Mevcut yol ağı planı, orman yollarının yerleşim alanları ve kayalık alanlarına göre dağılımı tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Mevcut Yollarının Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Göre Dağılımı

Yerleşim ve Kayalık A.	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Yerleşim ve Kayalık A.	2588	02.88
Diğer Alanlar	87226	97.12
Toplam	89814	100.00

3.3.9. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı

Orman yollarının akarsu geçişleri sanat yapıları gerektirdiğinden, yolların mümkün olduğu kadar akarsu geçişlerinden uzak alanlardan planlanması istenmektedir. Mevcut yol ağı planı yollarının, akarsu geçişlerinde yer alan kısımları tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Mevcut Yollarının Akarsu Geçişlerinde Göre Dağılımı

Akarsu Yatakları	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Akarsu Geçişlerindeki Uzun.	243	0.27
Diğer Alanlardaki Yol Uzun.	89571	99.73
Toplam	89814	100.00

3.3.10. Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılımı

Mevcut yol ağı planı yollarının, orman yol geçkilerinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen sorgulama katmanındaki durumu incelenerek elde edilen bulgular tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 27. Alternatif Yol Ağı Planı Orman Yolları ve Özellikleri

Yolun Kodu	Yol Tipi	Durumu	Üstyapısı	Yolun Uzunluğu (m)
Erzurum k. yolu	Kara Yolu	Yapılmış	Asfalt	7+998
150	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	12 + 374
152	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	11 + 337
153	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	6 + 955
154	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	6 + 211
155	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	22 + 149
157	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	7 + 661
158	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	2 + 260
159	B tipi tali orm. yol.	Yapılmış	Stabilize	2 + 695
160	B tipi tali orm. yol.	Yeni Planlanmış	-	6 + 786
161	B tipi tali orm. yol.	Yeni Planlanmış	-	5 + 543
162	B tipi tali orm. yol.	Yeni Planlanmış	-	5 + 563
185	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	6 + 803
186	B tipi tali orm. yol.	Yapılmamış	-	3 + 371
Toplam				107 + 706

3.2.1. bölümünde açıklandığı şekli ile hesaplanan orman yol yoğunluğu değerleri Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Alternatif Yol Ağı Planı Yol Yoğunluğu Değerleri

Yol Yoğunluğu	Yol Uzunluğu (m)	Alan (ha)	Yol Yoğunluğu (m/ha)
Genel Yol Yoğunluğu (m/ha)	107706	7975.52	13.50
İtibari Yol Yoğunluğu (m/ha)	89351	5278.27	16.92
Gerçek Yol Yoğunluğu (m/ha)	107706	5278.27	20.40

3.4.2. Yol Aralığı

Yapılan hesaplama sonucunda alternatif orman yol ağı planı olarak hazırlanan planın, yol aralığı değerleri tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Alternatif Yol Ağı Planı Yol Aralığı Değerleri

Yol Aralığı	Yol Yoğunluğu (m/ha)	Yol Aralığı (m)
Genel Yol Aralığı (m)	13.50	740.74
İtibari Yol Aralığı (m)	16.92	591.01
Gerçek Yol Aralığı (m)	20.40	490.19

3.4.3. Sürütme Mesafesi

Mevcut yol ağı planında belirlenen eksiklikler doğrultusunda hazırlanan alternatif yol ağı planında maksimum sürütme mesafesi fazla olan yamaçlarda yeni yol planı yapılarak sürütme mesafeleri düşürülmüştür. Yeni planlanan 160, 161 ve 162 kod nolu yollar ile 155, 152 ve 154 kod nolu yollar üzerinde kalan yamaçlardaki, maksimum sürütme mesafeleri azaltılmıştır (tablo 30).

Tablo 30. Alternatif Orman Yol Ağı Planı Sürütme Mesafeleri

Yolun Kodu	Yolun Uzunluğu (m)	Sürütme Mesafesi (SM _{mmax}) (m)
Erzurum kar. yol.	7998	1050
150	12374	650
152	11337	650
153	6955	900
154	6211	600
155	22149	900
157	7661	600
158	2260	500
160	6786	700
161	5543	550
162	5563	500
159	2695	700
185	6803	600
186	3371	450

3.4.4. İşletmeye Açma Oranı

160, 161 ve 162 kod nolu yolların planlanması ile elde edilen alternatif orman yol ağı planının, işletmeye açtığı alanlar Şekil 50'de verilmiştir.

İşletmeye açılan orman alanlarının toplam alana oranlanması ile bulunan işletmeye açma oranı ise Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Alternatif Yol Ağı Planı İşletmeye Açma Oranı

Toplam Yol Uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Alan (ha)	Ormanlık Alan (ha)	İşletmeye Açma Oranı (%)
107706	4923.27	5278.27	93.27



Şekil 50. Ormanüstü Planlama Birimi Alternatif Yol Ağı ile İşletmeye Açılan Orman Alanları

3.4.4. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi

Oluşturulan yeni planın, ormanüstü planlama birimi alanının hangi kısımlarını işletmeye açtığını, işletmeye açılan bu alanlardaki ağaç serveti ve artımının bulunması için yapılan bu coğrafi analiz sonucunda elde edilen bulgular tablo 32'de özet olarak verilmiştir.

Tablo 32. Alternatif Orman Yol Ağı Planının İşletmeye Açtığı Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Artımları

Yolun Kodu	Yolun Uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Toplam Alan (ha)	Toplam Dikili Kabuklu Gövde Hacmi (m ³)	Toplam Dikili Kabuklu Gövde Hacim Artımı (m ³)
Erzurum kar. yol.	7998	512.58	1672.431	14.933
150	12374	895.45	32483.721	681.243
152	11337	398.62	30505.324	701.254
153	6955	312.96	33322.725	693.140
154	6211	180.19	23755.115	445.177
155	22149	950.73	197155.300	4162.936
157	7661	437.70	130748.041	2655.379
158	2260	170.35	42793.162	878.790
159	2695	132.32	30863.617	699.287
160	6786	242.59	46862.440	912.607
161	5543	192.95	40557.897	833.266
162	5563	177.81	28693.326	598.025
185	6803	212.71	41203.287	755.808
186	3371	106.33	20575.493	349.616
Toplam	107706	4923.27	701151.880	14381.541

3.4.6. Yolların Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı

Ormanüstü Planlama Birimi için hazırlanan orman yol ağı planı yollarının, geçtiği alanlardaki yamaç eğimlerinin belirlenmesi amacı ile yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgular tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Yamaç Eğimi Gruplarına Dağılımı

Yamaç Eğimi Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
E < % 45	36449	33.84
% 45 < E < % 65	44768	41.56
%65 < E < % 75	13302	12.35
E > % 75	13187	12.25
Toplam	107706	100.00

3.4.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı

Orman yol Ağı planının bakı gruplarına dağılımı Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Bakı Gruplarına Dağılımı

Bakı Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Kuzey bakılar (K, KD, KB)	56026	52.01
Doğu ve Batı bakıları	32723	30.38
Güney bakılar (G, GD, GB)	18957	17.61
Toplam	107706	100.00

3.4.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı

Orman yollarının oluşturulan sertvet gruplarına dağılımları tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Servet Gruplarına Dağılımı

Servet Grubu	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Orman toprağı	2233	02.07
H.S* < 100m ³	14896	13.83
100 m ³ < H.S < 250 m ³	42259	39.24
H.S > 250 m ³	27118	25.18
Ziraat ve mera alanı	21200	19.68
Toplam	107706	100.00

HS: Hektardaki Servet

3.4.9. Yolların Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılımı

Alternatif olarak hazırlanan orman yol ağı planında, orman yollarının yerleşim alanları ve kayalık alanlarına göre dağılımı tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Yerleşim ve Kayalık Alanlara Dağılımı

Yerleşim ve Kayalık A.	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Yerleşim ve Kayalık A.	2989	02.78
Diğer Alanlar	104717	97.22
Toplam	107706	100.00

3.4.10. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı

Alternatif Yol ağı planı yollarının, akarsu geçişlerinde yer alan uzunluklarının toplamı tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Alternatif Yol Ağı Planı Yollarının Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı

Akarsu Yatakları	Yol Uzunluğu (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Akarsu Geçişlerindeki Uzun.	291	0.27
Diğer Alanlardaki Yol Uzun.	107415	99,73
Toplam	107706	100.00

3.4.11. Yolların Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılımı

Orman yollarının planlanmasında geçkilerinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin ayrı ayrı değilde hepsinin ortak etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi için orman yol Geçki etüdü katmanı hazırlanmıştır. Alternatif olarak oluşturulan yeni plan yollarının, bu katmandaki durumunu belirlemek için yapılan sorgulama sonucunda tablo 38'de verilen bulgular elde edilmiştir.

Tablo 38 . Alternatif Orman Yol Ağı Planı Orman Yollarının Orman Yol Geçki Etüdü Katmanındaki Durumu

Grup açıklaması	Yol Uzunluğu (m)	Toplam Yol Uzun. Oranı (%)
OYGEP* < -1	15387	14.29
-1 < OYGEP < +1	29586	27.47
OYGEP > +1	62723	58.24
Toplam	107706	100.00

* OYGEP : Orman Yolu Geçki Etüdü Puanı

4. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde, Çatak orman işletmesi yol ağı planı içerisinde kalan Ormanüstü planlama birimine ait mevcut yol ağı planı ve bu planın değerlendirilmesi ve yapılan ilaveler ile elde edilen alternatif yol ağı planına ilişkin olarak elde edilen bulguların karşılaştırılması yapılacaktır.

4.1. Kullanılan Yöntemin Tartışılması

Orman yollarının planlanması çalışmaları ormanın yapısı, coğrafik özellikler, sosyal faktörler ve teknik sınırlamalar nedeniyle birçok faktörün etkisi altında gerçekleştirilmektedir. Bu etkenlerin tamamının gözlenip sağlıklı bir planın hazırlanması oldukça uzun ve iş yükü ağır bir çalışma gerektirmektedir. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte yaşadığımız yüzyılın ortalarından itibaren orman yollarının planlanması çalışmalarında bilgisayardan faydalanma imkanları araştırılmaya başlanmıştır.

Coğrafi bilgi sistenlerinin orman yollarının planlanmasında kullanımına ilişkin ilk çalışmaları ise 1990'lı yılların başlarında başlamıştır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılabilecek değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. Sayısal arazi modellerinin gündeme gelmesi ile kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi gibi analizlerin etkin bir şekilde kullanımı imkanları ise halen araştırılmaktadır.

Bu nedenle, yapılan çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanmasında kullanılması imkanları araştırma konusu olarak seçilmiştir. Bu amaçla, orman yollarının planlanması aşamasında; sayısal kartoğrafik haritalar ve veritabanı sorgulamaları yardımı ile geçki değerlendirilmesi, klasik haritalar üzerinde yapılan sıfır hattı işaretlemesinin bilgisayar ortamında sayısal haritalar üzerinde ölçek sorunu olmadan ve yüksek bir hassasiyet içerisinde yapılması, oluşturulan alternatif yol geçkilerinin değerlendirilmesinde amenajman planlarından alınarak oluşturulan veritabanının sorgulaması ile elde edilen planlama birimi çözme durumunun değerlendirilmesi, aşamalarının bilgisayar ortamında yapılması amaçlanmıştır.

Ayrıca, sayısal haritaların kullanım imkanları ve hesaplama kolaylıklarından faydalanarak, klasik yöntemlerle yapılmasının çok uzun süreler alabilecek olan işletmeye açma oranının tespiti ve bu alanlar içerisinde kalan orman alanlarının servet ve artım durumlarının belirlenmesi çok kısa süreler içerisinde gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan bu değerlerin karar verme aşamasında bir kriter olarak kullanılması imkanı doğmuştur.

Bu işlemler için dünyada yaygın olarak kullanılmakta olan Arc/Info paket programı kullanılmıştır. Arc/Info yazılımı kullandığı yöntemlerin kabul gördüğü tescilli bir paket

programdır. Arc/Info yazılımı sahip olduğu alt programlar (modüller) aracılığı ile bütün coğrafi bilgi sistemi analizlerini yapabilecek kapasitededir.

4.2. Ormanüstü Planlama Birimi Alanına İlişkin Bulgularının Tartışması

Yapılan çalışmada, tüm haritaların yapımı sayısal olarak bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş ve alan hesapları da kullanılan yazılımın sağladığı olanaklardan faydalanarak bilgisayarca yapılmıştır. Bunun sonucu olarak belirlenen planlama birimi büyüklüğü 7975.52 hektardır. Amenajman planında ise bu alan 6000.5 hektar olarak belirtilmektedir. Bu farkın oluşmasında amenajman planı haritaları sınırlarının 1/25000 ölçekli standart paftalara tutmamasının etken olduğu görülmüştür. Ayrıca, alan hesaplamalarında kullanılan yöntemin de bu farkın oluşmasında etkin olduğu belirlenmiştir. Amenajman planı haritalarında alan hesaplamaları noktali saydam şablon ile yapılmaktadır. Bu işlemlerde hatalar oluşmaktadır. Kullanılan yazılımda yapılan hesaplamalarda ise böyle bir hatanın oluşması söz konusu değildir.

Planlama biriminde orman alanı 5066.48 ha'ı ağaçlı ve 211.79 ha'ı da ağaçsız olmak üzere toplam 5278.27 hektardır. Ziraat ve meara alanları toplamı ise 2697.25 ha'dır. Görüleceği üzere planlama birimi alanının büyük bir kısmı ziraat ve mera alanı olarak kullanılmaktadır. Bu değer Doğu Karadeniz Bölgesinin genel yapısını göstermektedir ve ormancılık çalışmalarında sosyal baskının ne derece yoğun olduğunu göstermektedir. Bu ise orman yol geçkilerinin belirlenmesinde mülkiyet sorununun ne derece önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Planlama birimi ormanlık alanlarında 832222.26 m³ dikili kabuklu gövde hacmi serveti bulunmaktadır. Bu servetin oluşturduğu artım ise 16946.24 m³'tür. Planlama biriminin hektardaki yıllık artımı ise 2.12 m³/ha/yıl'dır. Bu değer 1.4 m³/ha/yıl olan Türkiye ortalamasından oldukça yüksektir (64). Bu da bölge ormanlarının oldukça zengin olduğunu göstermektedir. Şekil 55'de Ormanüstü köyü üzerinde bulunan Ladin ve Kayın meşcerelerinden oluşan ormanlık alanlar görülmektedir.

4.3. Kartoğrafik Değerlendirme Haritaları Bulgularının Tartışılması

Kartoğrafik modelleme ile bir araziye ait bilgilerin kullanım amacına göre sunulması ve bu bilgilerin çeşitli sorgulamalarda kullanılması imkan dahilindedir (23). Bu çalışmada orman yolları geçkilerini etkileyen faktörlerin, etki derecelerinin arazi üzerindeki dağılımlarının belirlenebilmesi için sayısal kartoğrafik haritalar düzenlenmiştir. Araziye ait verilerin bu şekilde modellendirilmesi ve kullanılması ancak coğrafi bilgi sistemleri ile mümkün olabilmektedir. Bu bilgilerin klasik haritalar üzerinde gösterimi ve değerlendirilmesi son derece güç hatta mümkün olmayan bir işlemdir.



Şekil 51. Ormanüstü Köyü Üzerinde Yer Alan Ladin ve Kayın Meşcereleri

4.3.1. Eğim Haritası Bulgularının Tartışması

Sayısal arazi modeli ürünü olarak elde edilen eğim haritası katmanına ait veritabanı bilgilerinin sorgulanması sonucunda elde edilen veriler bulgular kısmında açıklanmıştır.

Ormanüstü planlama birimi alanının % 48.46'sının eğimi % 45'ten daha düşük olarak bulunmuştur. Bu değerin bölge için yüksek olmasının nedeni, kullanılan yazılımın sayısal arazi modeli hesaplama yönteminde, dere tabanları ve sırtlardaki eşyükselti eğrilerindeki kıvrımlarda yükseklik değerlerinin aynı olması dolayısıyla kısa mesafelerde aynı eşyükselti eğrisi üzerinde üçgenler oluşturması nedeniyle oluşan yapay düz alanlardan kaynaklanmaktadır. Bu oluşumlar yalnızca dere yatakları ve sırtlarda meydana gelmektedir. Ancak yapılacak ek çalışma ile bu yapay düzlükler yok edilebilecek niteliktedirler.

Planlama birimi alanının %34.79'u % 45 ile % 65 eğim grubu arasındadır. Planlama birimi alanının % 8.26'sı % 65 ile % 75 arasında ve % 8.49'u ise % 75 eğimden daha yüksek değere sahiptir.

Planlama birimi alanının büyük bir kısmında yamaç eğimi orman yolu yapımı için fazlaca sorun oluşturmayacak değerdedir.

4.3.2. Bakı Haritası Bulgularının Tartışması

Orman yollarında güneşlenme oldukça önemlidir. Yolların erken kurumması bakım masraflarını son derece azaltmaktadır. Bakı faktörü, güneşli bakılar (güney, güney doğu, güney batı), gölgeli bakılar (kuzey, kuzey doğu, kuzey batı) ve doğu ve batı bakılar olarak değerlendirilmiştir. Planlama birimi alanının % 60.71'i gölgeli bakılarda, % 22.62'si güneşli bakılarda ve % 16.67'si de doğu ve batı bakılarda yer almaktadır. Çalışma alanında bakı

genel olarak gölgeli bakılarda yer aldığı söylenebilir. Bu bulguya göre, bölgede orman yol bakım çalışmalarına önem verilmesi gerekliliği kendini göstermektedir.

4.3.3. Servetin Dağılışı Haritası Bulgularının Tartışması

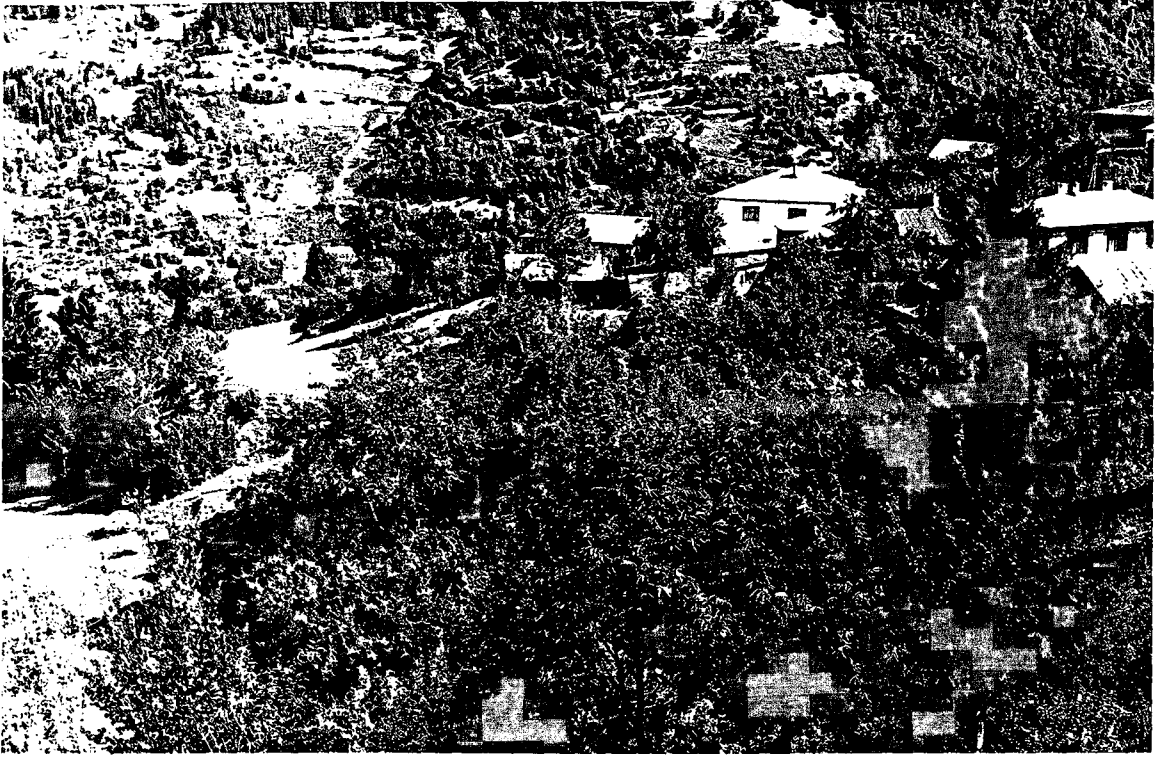
Orman yolları, sadece üretim sonucunda elde edilen ürünlerin taşınması için yapılmakla birlikte, en büyük yapılış amaçlarından birisi budur. Yolların kısa sürede amortismanının karşılanması için yapıldığı alanlarda ki servetin yüksek olması istenmektedir. Çalışmada ağaç hacmi serveti grupları oluşturulurken, 202 sayılı orman yollarının yapılması ve inşaat işlerinin yürütülmesi isimli tebliğde yer alan gruplandırma kullanılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre: planlama birimi alanının % 17.74'ünde hektardaki dikili ağaç serveti 250 m³ 'ün üstündedir. Planlama birimi alanının % 28.33 'ünde hektardaki dikili ağaç serveti 100 m³ ile 250 m³ arasında değişmektedir. Planlama birimi alanının % 17.44'ünde hektardaki dikili ağaç serveti 100 m³ 'ün altındadır. Planlama birimi alanının % 2.66 'sında ise ağaç serveti olmayan boş orman toprağı niteliğı vardır. Planlama birimi alanının % 33.83 gibi büyük bir kısmı ise ziraat ve mera alanı olarak kullanılmaktadır.

Planlama birimi içerisinde oldukça geniş alanda tarım yapılmaktadır. Bu alanlarda, köy yolları mevcuttur. Bu nedenle orman yolu planlanmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Orman alanları dikkate alındığında, ormanlık alanların % 69.12'sinde hektardaki ortalama ağaç serveti 100 m³'ün üstündedir. Bu değer planlama birimi ormanlarının iyi durumda olduğunu göstermektedir. Bilindiğı üzere yaklaşık 20.2 milyon hektar olan Türkiye ormanlarının 13 milyon hektarı bozuk vasıftadır.

4.3.4. Kayalık ve Yerleşim Alanları Haritası Bulgularının Tartışması

Planlama biriminde ormanüstü köyü ve çamlıdüz köyleri ve bunların çok sayıda mahallesi bulunmaktadır (Şekil 56). Planlama biriminde çok sayıda yerleşim alanının bulunması ormancılık çalışmalarının yürütülmesinde sorunlar çıkarmaktadır. Bu alanlar orman yolları geçkilerinin belirlenmesinde negatif kardinal noktalar olarak değerlendirilmiştir. Planlama biriminin bazı bölümlerinde ise aşılması çok güç kayalıklar mevcuttur (Şekil 57).



Şekil 52. Ormanüstü Köyü Yerleşim Alanı



Şekil 53. Kayalık Alanlar

4.3.5. Akarsu Yatakları Haritası Bulgularının Tartışılması

Akarsu yatakları, orman yolların geçişinde sanat yapıları gerektiren alanlardır. Orman yolu sanat yapıları, yol maliyetini artıran ön önemli kalemlerden birisidir. Bu nedenle bu alanlar orman yolları geçkilerinin belirlenmesi sırasında zorunluluk halleri dışında

girilmemesi gerekli alanlardır. Akarsular etrafında 6 metre genişliğinde, dereler etrafında 2 m. genişliğinde ve yamaçlarda yer alan kuru dere ve devamındaki küçük dereler etrafında ise 1 m. genişliğinde oluşturulan tampon bölgeler akarsu yatakları olarak değerlendirilmiştir. Planlama biriminde toplam 159059 m. uzunluğunda akarsu ve dere vardır. Akarsu yatkları olarak değerlendirilen alanların toplamı 30.63 ha'olup planlama birimi alanının %0.45'idir. Bu değerlere göre planlama birimi alanı yol geçkilerinin belirlenmesinde dere yatakları dikkate alınmalıdır.

4.3.6. Orman Yol Geçki Etüdü Haritası Bulgularının Tartışılması

Ormanüstü planlama birimi alanının %12'si orman yolu geçişinde etkili olan faktörlerin, orman yolunun geçişi için uygun olmayan değerlerini taşıyan alanlardır. Toplam alanın % 35.51'i orman yolu geçişi için yol geçkilerini etkileyen faktörlerin olumsuz ve olumlu değerlerin dengeli olduğu alanlardır. Yapılan coğrafi analiz sonucunda toplam alanın % 52.09 'u orman yolu geçişleri için problem oluşturmeyen alanlardır.

Bu değerlendirme sadece bir faktöre göre değil etkili olan bütün faktörlerin ağırlıklarının değerlendirilmesi sonucunda elde edilmiştir. Etkili olarak değerlendirilen bütün faktörler orman yol geçki etüdü katmanında sembolize edilmiş ve ortak etkileri ortaya konulmuştur.

Buna göre planlama birimi alanının yaklaşık yarısı orman yol geçkileri için en uygun olan alanlar olarak belirlenmiştir. Bu ise orman yol geçkilerinin belirlenmesinde geçki etüdünün ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

4.4. Mevcut Orman Yol Ağı Planına Ait Bulguların Tartışılması

Mevcut orman yol ağı planının tartışılması, yol yoğunluğu, yol aralığı, işletmeye açma değeri ve kartoğrafik değerlendirme haritalarında aldığı değerler doğrultusunda yapılmıştır.

Mevcut planda toplam orman yol uzunluğu 89 + 814 km'dir. Erzurum - Trabzon devlet karayolunun 7+988 km.'si planlama birimi içinde kalmaktadır. 152, 185 ve 186 kod nolu yollar ise planda olmasına karşın henüz yapılmamışlardır. Mevcut yollar üst yapı olarak stabilize malzeme içermektedir. Mevcut yol ağı planı bir çok yönden ormancılık hizmetlerini tam olarak karşılayamayacak özelliكتedir. Bu bölüm altında açıklanan konularda bu eksikler ortaya konulmuştur.

4.4.1. Yol Yoğunluğu Bulgularının Tartışılması

Orman yol yoğunluğu üç değişik yöntemle hesaplanmıştır. Genel yol yoğunluğu planlama birimi içerisinde kalan bütün yolların toplam alana oranlanması ile elde edilirken genel bir değer vermektedir. İtibari yol yoğunluğu orman alanları içerisinde kalan yolların orman alanına oranlanması ile bulunmaktadır ve bölmeden çıkarma çalışmalarında önem kazanmaktadır. Gerçek yol yoğunluğu ise planlama biriminde yer alan bütün yolların orman alanına oranlanması ile elde edilmekte ve ana nakliyatın planlanmasında önemli olmaktadır.

Mevcut yol ağı planı gerçek yol yoğunluğu 17.01 m/ha olarak bulunmuştur. İtibari yol yoğunluğu ise 13.53 m/ha olarak tespit edilmiştir. Genel yol yoğunluğu ise 11.26 m/ha olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de ilk olarak ulaşılması istenen 20 m/ha'lık yol yoğunluğu değeri göz önüne alınırsa, mevcut yolların yol yoğunluğu değeri ormancılık hizmetlerinin yapılabilmesi için istenen düzeyde değildir.

4.3.2. Yol Aralığı Bulgularının Tartışılması

Yol aralığı yol yoğunluğu değerinin bir fonksiyonu olarak hesaplandığı için kullanılan yol yoğunluğu değerine göre hesaplanmaktadır. Buna göre; genel yol aralığı 888.09 m, İtibari yol aralığı değeri 739.09 m., ve gerçek yol aralığı ise 587.88 metre'dir. Türkiye için ilk aşamada hedeflenen 500 m.'lik yol aralığı değerine ulaşamamıştır.

4.4.3. Sürütme Mesafesi Bulgularının Tartışılması

Ormanüstü planlama birimi için 1967 yılında hazırlanan planda öncelikle vadi yolları ve sonrasında yamaç yolları planlanmıştır. Bu nedenle özellikle yamaç yolları üzerinde kalan alanlarda En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafesi (SM_{mmax}) yüksek olarak bulunmuştur. Maksimum sürütme mesafesi bazı yamaçlarda 1600 m.'ye kadar yükselmektedir. Bu kadar uzun mesafelerde sürütme yapılması hem sürütülen odun hammaddesi üzerinde oluşan zararlar yönünden hem de ekonomiklik açısından zararlıdır.

4.4.4. İşletmeye Açma Oranı Bulgularının Tartışılması

İşletmeye açma oranı, planlanan yolların orman alanının ne kadarlık bir kısmına etki ettiğini ortaya koymak için hesaplanan bir değerdir. Bölgede kullanılmakta olan bölmeden çıkarma metodları, genellikle yamaç üzerinde kaydırma ve traktörle kablo çekimidir. Buna göre orman yollarının geçtiği yamaçlarda yamaç üzerinde kalan 500 metrelik bir alan kaydırma metodu ile işletmeye açıldığı kabul edilmiştir. Orman yolunun altında kalan alanların 150 metreye kadar olan kısımlarının da orman traktörleri ile kablo çekimi yapılarak işletmeye açıldığı kabul edilmiştir.

Bu kabuller doğrultusunda orman yolunun geçtiği alanlarda 650 metre genişliğinde bir şeridin işletmeye açıldığı kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Maçka orman işletme müdürlüğü bölmeden çıkarma çalışmalarında hava hatlarını çok kısıtlı koşullarda kullanmaktadır. Bu nedenle bölmeden çıkarma çalışmalarında işletme tarafından en çok kullanılan insan gücü ile zemin üstünde kaydırma şeklinde bölmeden çıkarma ve traktörle kablo çekimi ile bölmeden çıkarma yöntemleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Ormanların bakım çalışmaları ve gençleştirme çalışmalarında orman yollarının önemi tartışılmazdır. Bu çalışmaların yapılabilmesi için orman alanlarının tamamına ulaşılması son derece önemlidir. Bilindiği üzere silvikültür çalışmaları ormancılığın ana çalışmalarından birisidir. Mevcut orman yol ağı planının işletmeye açma oranı % 54.03'tür. Bu değer transport açısından alana fena dağılmış bir orman yol yerleşimini göstermektedir.

4.4.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi İle İlgili Bulguları Tartışılması

Coğrafi bilgi sistemlerinde konuma bağlı analizlerin kullanılması ile işletmeye açılan alanların belirlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir. Yolların kod numaralarına göre hangi bölmeleri ve hangi meşcere tipini işletmeye açtığı ve işletmeye açılan alanlardaki dikili kabuklu gövde hacimleri ve hacim artımının tespiti veritabanı sorgulaması ile son derece kolay ve kısa bir sürede tespit edilmektedir.

Bu verilerin elde edilmesi yol ağı alternatiflerinin değerlendirilmesinde bir faktör olarak değerlendirilebilir. Mevcut orman yol ağı planı orman yollarının kod numaralarına göre işletmeye açtığı orman alanları bulgular kısmında verilmiştir.

Mevcut orman yol ağı planı ile, toplam 89+814 km orman yolu ile toplam 5278.87 ha. olan ormanlık alanların 4309.92 ha'ı işletmeye açılmıştır. Bu alanlar üzerinde 585038.217 m³ ağaç serveti ve 12037 m³ artım vardır. Görüleceği üzere planlama biriminde yaklaşık 1000 ha.'lık bir alan yol olmadığı için faydalanma dışında kalmaktadır.

4.4.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı İle İlgili Bulgularının Tartışılması

Mevcut orman yol ağı planı orman yollarının % 35.41'i eğimin % 45 değerinin altında olduğu yamaçlarda yer almaktadır. Yolların % 39.45'i yamaç eğiminin % 45 ile % 65 arasında olduğu alanlardan geçmektedir. Yolların % 12.01'i yamaç eğiminin % 65 ile % 75 arasında olduğu alanlarda yer almakta ve yolların % 13.13 ise yamaç eğiminin % 75'in üstünde olduğu alanlarda yer almaktadır.

Bu değerlerden anlaşılacağı üzere mevcut yolların ancak % 35'lik kısmı yol yapımı bakımından problemsiz sahalarda yer almaktadır. Orman yollarının %40'lık kısmı ise yapım

bakımından problemlerin başladığı alanlarda yer almaktadır. Yolların yaklaşık %25'lik kısmı ise orman yolu yapımında problemler oluşturan alanlarda yer almaktadır. Toplam yol uzunluğunun yaklaşık dört'te birinin orman yolu geçişleri için uygun olmayan alanlarda yer alması geçki etüdlerinin önemini ortaya koymaktadır.

4.4.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Mevcut orman yol ağı planı yollarının, % 53.36'sı gölgeli bakılarda, %32.02'si doğu ve batı bakılarda ve % 14.62'si ise kuzey bakılarda yer almaktadır. Planlama birimi alanının genel bakışı kuzey bakıdır. Bu nedenle orman yollarının büyük kısmında kuzey bakılarda yer almaktadır. Bu değer planlama biriminde orman yol bakım çalışmalarının çok önemli olduğunu belirtmektedir.

4.4.8. Servet Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Orman yollarının % 2.29'u üzerinde ağaç olmayan orman alanında; %12.98'i hektardaki dikili ağaç servetinin 100 m³'ün altında olan orman alanlarında; %36.73'ü ağaç servetinin 100 m³ ile 250 m³ arasında olan orman alanlarında; %25.97'si ağaç servetinin 250 m³'ün üstünde olduğu alanlarda ve orman yollarının % 22.03'ü de ziraat ve mera alanlarında yer almaktadır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere yolların % 62'si servet bakımından yüksek alanlarda yer almaktadır.

4.4.9. Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Mevcut orman yol ağı planı orman yollarının 2+588 km'si kayalık ve yerleşim alanlarından geçmektedir. Bu değer yol ağı planı toplam uzunluğunun % 2.88'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yüksek olmasının nedeni çalışma alanında yerleşim birimlerinin fazla olması ve yer yer kayalık alanların varlığıdır.

4.4.10. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Orman yollarının % 0.27'si akarsu geçişlerinde yer almaktadır. 1989 yılında yaşanan sel felaketinde 150 ve 157 kod nolu yolların 11+550 km'si tahrip olmuştur. Bu sonuç orman yollarının planlanmasında akarsu yataklarının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Akarsu geçişlerinde kalan yol uzunluğu 243 metredir. Bu değer ormanüstü planlama biriminde yol geçkilerinin belirlenmesinde akarsu ve derelerin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

4.4.11. Orman Yolu Geçki Etüdü Gruplarına Dağılım Bulgularının Tartışılması

Bu bölüme kadar olan kısımda orman yollarının ayrı ayrı olarak etkili faktörlerin alt gruplarına göre dağılımları incelenmiştir. Bu bölümde orman yolu geçkisini etkileyen faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen ve sadece orman yollarının geçişi için problem teşkil eden, etmeyen veya ikinci derecede geçiş için tercih edilebilecek alanların belirlendiği katmandan elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılacaktır.

Mevcut orman yol ağı planı orman yollarının % 56.25'i orman yolları geçişi için problem teşkil etmeyen alanlarda yer almaktadır. % 29.78'i orman yolu geçişinde ikinci derecede tercih edilmesi gerekli olan alanlarda ve % 13.97'side etkili olan bütün faktörlerin en olumsuz olduğu yani yol geçkisi için tercih edilmemesi gerekli olan alanlarda yer almaktadır.

Planlama birimi alanı orman yollarının yaklaşık %13'ü orman yol geçişleri için uygun olmayan alanlardan geçmektedir. Bu değer orman yolu planlama çalışmalarında geçki etüdünün ne kadar önemini olduğunu belirtmektedir.

4.5. Alternatif Orman Yol Ağı Planına Ait Bulguların Tartışılması

Mevcut orman yol ağı planına ilişkin bulguların elde edilmesinden sonra ormancılık amaçları doğrultusunda gerekli tekniklerin uygulanabilmesi amacıyla uygun görülen yerlere orman yolu planlaması ile yeni bir orman yol ağı planı oluşturulmuştur.

Bu çalışmada orman yol ağı planlarının coğrafi bilgi sistemleri ile planlanması imkanlarının araştırılması nedeniyle tamamen yeni bir plan oluşturmak yerine mevcut yol ağına yapılan ilave yollar ile alternatif bir ağı planı oluşturulmuştur. Böylece orman yol ağının ormanüstü planlama biriminde yapılacak olan bütün ormancılık çalışmalarına hizmet etmesi amaçlanmıştır.

4.5.1. Orman Yol Yoğunluğu Bulgularının Tartışılması

Planlanan orman yol ağı planı orman yol yoğunluğu değerleri üç değişik yöntemle hesaplanmıştır. Genel orman yol yoğunluğu 13.50 m/ha, İtibari orman yol yoğunluğu 16.92 m/ha ve Gerçek yol yoğunluğu 20.40 m/ha olarak hesaplanmıştır. Ormanüstü planlama birimi alanının 2697.25 hektar'lık gibi büyük bir kısmı ziraat ve mera alanıdır. Bu nedenle orman yol yoğunluğunun hesaplanmasında gerçek yol yoğunluğunun dikkate alınması gereklidir. Bu açıdan bakıldığında planlanan orman yolları, ülkemizde önümüzde ulaşılacak istenen ilk hedef değeri olan 20 m/ha'lık yol yoğunluğuna ulaştırılmıştır.

4.5.2. Yol Aralığı Bulgularının Tartışılması

Orman yol aralığı değerleri de orman yol yoğunluğu değerlerine bağlı olarak hesaplanmıştır. Genel yol aralığı 740.74 m., İtibari yol aralığı 591.01 m. ve gerçek yol aralığı 490.19 metre olarak hesaplanmıştır. Yol aralığı genel bir değer ifade ederken, itibari yol aralığı değerleri bölmeden çıkarma çalışmalarında önem kazanmaktadır. Gerçek yol yoğunluğu değeri ise orman ürünlerinin transportunun planlanması için önemlidir. Görüleceği üzere ortalama yol aralığı değeri ülkemizde ilk hedef olarak belirlenmiş olan 500 m. değerine ulaştırılmıştır.

4.5.3. Sürütme Mesafesi Bulgularının Tartışılması

Yol aralığı değeri model plan üzerinden hesaplandığı için orman yollarının arazideki dağılımını tam olarak yansıtamaz. Bu nedenle orman yolları ile transport sınırları arasında kalan En Kısa Yola Dik Sürütme Mesafesinin (SM_{mmax}) ölçülmesi ve geçkilerin belirlenmesinde kullanılması önemlidir. Mevcut planda yamaç yolları ile sırtlar arasında yüksek sürütme mesafeleri bulunmuştur. Bu değerlere sahip yamaçlarda sürütme işleminin yapılması, yüksek sürütme giderlerine yol açmakta olduğu gibi ormancılık çalışmalarının yapılmasında engel oluşturmaktadır. Sürütme giderlerinin düşürülebilmesi ve diğer ormancılık çalışmalarının yapılabilmesi için bu yamaçlarda yeni yollar planlanarak, sürütme mesafesi düşürülmüştür. Böylece hem üretim aşamasında orman ürünlerinin pazara ulaştırılması hem de diğer ormancılık çalışmalarının yapılabilmesi için orman alanına ulaşım sağlanmıştır.

4.5.4. İşletmeye Açma Oranı İle İlgili Bulguların Tartışılması

Planlanan orman yolları ile planlama birimi alanının 4923.27 hektarı yani % 63.73'ü işletmeye açılmıştır. Gerçekte bu değer daha yüksektir. Planlama birimin 2697.25 ha'lık kısmı ziraat ve mera alanlarıdır ve orman yollarının planlanması sırasında bu alanlar düşünülmemiştir. Planlama birimi ormanlık alanları 5278.27 ha'dır. Bu değer dikkate alınarak yapılan hesaba göre işletmeye açma oranı % 93.27'dir. Bu değer planlanan orman yollarının alana çok iyi düzeyde dağılmış olduğunu belirtmektedir.

Yeni planlanan orman yolları ile yaklaşık 600 ha. büyüklüğündeki bir orman alanı işletmeye açılmıştır. Bu alanlar daha önce faydalanılamayan alanlardır.

4.5.5. Orman Yollarının Planlama Birimini Çözmesi Bulgularının Tartışılması

Planlanan orman yollarının geçtiği alanlarda 650 metrelik etki sahası içerisinde kalan bölmelerin, bu bölmelerdeki meşcere tipleri alanlarının, toplam servet ve artımlarının belirlenebilmesi coğrafi bilgi sistemleri çakıştırma (overlay) analizi kullanılmıştır. Yolların etrafında oluşturulan 650 m.'lik tampon bölgeler ile sayısal meşcere tipleri haritası

çakıştırılarak elde edilen sorgulama katmanı orman yol ağı planı ile tekrar çakıştırılarak yol kodlarına göre bu sorgulama yaptırılmıştır. Böylece yol ağı planındaki yolların hangi bölmelereden ve hangi meşcere tiplerinden geçtiği kolaylıkla tespit edilmiştir.

Alternatif orman yol ağının toplam yol uzunluğu 107706 m.'dir. Bu yollar ile 4923.27 ha orman alanı işletmeye açılmıştır. İşletmeye açılan bu alanlar üzerinde toplam 701151.880 m³ ağaç serveti ve 14381.541 m³ artım vardır. Planlama biriminin toplam serveti 832222.26 m³tür. Toplam servetin %84.25'i işletmeye açılmıştır. Bu değerler planlanan yolların orman alanının büyük bir kısmının faydalanmaya açıldığını göstermektedir.

4.5.6. Yolların Yamaç Eğim Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Planlanan orman yollarının % 33.84'ü yamaç eğiminin % 45'in altında olduğu alanlarda; % 41.56'sı eğiminin % 45 ile % 65 arasında olan yamaçlarda; % 12.35'i eğimin %65 ile % 75 arasında olan yamaçlarda ve % 12.25'i de yamaç eğiminin % 75'in üstünde olduğu alanlarda yer almaktadır.

Görüleceği üzere orman yollarının %33.84'ü orman yol yapımı bakımından sorunların yok denecek kadar az olduğu alanlarda, % 41.56'sı ise problemlerin az olduğu alanlara yer almaktadır. Orman yollarının %24.6'sı ise zorunluluk nedeniyle orman yolu geçişi için uygun olmayan alanlardan geçirilmiştir.

4.5.7. Yolların Bakı Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Orman yollarının % 52.01'i kuzey bakılarda; % 30.38'i doğu ve batı bakılarda ve % 17.61'i ise güney bakılarda yer almaktadır. Planlama birimi alanı genel bakışının kuzey olması nedeni ile orman yollarının planlanmasında güney bakılardan fazlaca yararlanılamamıştır. Ancak planlama aşamasında güney bakıların kullanılmasına oldukça özen gösterilmiştir.

4.5.8. Yolların Servet Gruplarına Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Orman yollarının %2.07'si üzerinde ağaç olmayan orman toprağından geçmektedir; % 13.83'ü hektardaki dikili ağaç servetinin 100 m³'ün altında olduğu alanlardan; % 39.24'ü ağaç servetinin 100 m³ ile 250 m³ arasında olan alanlardan; ve % 19.68'i ise ziraat ve mera alanlarından geçmektedir. Görüleceği üzere orman yollarının % 64.42'si hektardaki ağaç servetinin 100 m³'ün üstünde olan alanlarda yer almaktadır.

4.5.9. Yerleşim Alanları ve Kayalık Alanlara Dağılım Bulgularının Tartışılması

Planlanan orman yollarının % 2.78'i kayalık ve yerleşim alanlarından geçmektedir. Bu yolların toplam uzunluğu 2989 metredir. Yeni planlanan orman yolların sadece yaklaşık 400 metrelik bir kısım bu alanlardan geçirilmek zorunluluğunda kalmıştır.

4.5.10. Yolların Akarsu Geçişlerine Göre Dağılımı Bulgularının Tartışılması

Planlanan orman yollarının toplam 291 metresi akarsu geçişlerinde yer almaktadır. Bu değer toplam yol uzunluğunun % 0.27'sidir. Buna göre planlan orman yol ağı sisteminin orman yolu sanat yapılarına ihtiyacı olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.5.11. Orman Yol Geçki Etüdü Gruplarına Dağılım Bulgularının Tartışılması

Alternatif orman yol ağı olarak planlanan orman yollarının %58.24'ü orman yolları yapımı için yok denecek kadar az problem içeren alanlarda yer almaktadır. Yol ağının % 27.47'si yol planlaması sırasında ikinci derecede kullanılması tercih edilecek olan alanlarda yer alırken yol ağının % 13.97'si mevcut arazi yapısı, sosyal durum ve orman yapısına göre orman yol geçkileri için en son düşünülmesi gereken alanlardan geçmektedir.

Planlanan orman yol ağı planının verilerinin % olarak mevcut yol ağına yakın olmasının nedeni, ilave edilen yolların uzunluğunun kısa olmasıdır. Bu miktar düşük olduğundan genel toplam %'lerini fazlaca etkileyememiştir. Mevcut yol ağı planına ilave edilen orman yollarının toplam uzunluğu 17+892 km'dir. İlave yapılan bu yolların 12+200 km'si orman yol geçişi için problemsiz sahalarda; 2+836 m.'si ikinci derece de kullanılması gereken sahalarda ve 2+846 m.'si ise yol geçişi için en son tercih edilmesi gerekli alanlardan geçmektedir. Bu alanlar zorunluluk hallerinde kullanılan alanlardır.

5. SONUÇLAR

"Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar" isimli yüksek lisans tezi kapsamında, planlama işlemlerinden, yol geçkilerini etkileyen orman yapısı ile çeşitli arazi ve sosyal faktörlerin bilgisayar ortamında hazırlanan sayısal kartoğrafik haritalar yardımı ile değerlendirmesi, sıfır hattı işaretlenmesinin bilgisayar ortamında sayısal haritalar üzerinde yapılması, oluşturulan coğrafi bilgi sistemleri veritabanı sorgulaması ile mevcut ve yeni düzenlenen yol ağı planlarına ait çeşitli verilerin elde edilmesi ve bu değerlerin karşılaştırılması ile en uygun yol geçkisinin seçimi işlemleri yapılmıştır. Böylece orman amenajman planı verilerinden hızlı ve etkili bir şekilde faydalanma amaçlanmıştır.

Daha önceki bölümlerde sık sık değinilen coğrafi bilgi sistemi işlem kapasitesi ve imkanları sayesinde, klasik yöntemler ile günler hatta haftalar alan işlemler dakikalar ile ifade edilen çok kısa süreler içerisinde ve çok yüksek doğruluk derecesinde yapılmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda, coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanması çalışmalarında hemen hemen her aşamada kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Özellikle arazi ve orman yapısının belirlenmesi, sıfır hattı işaretlemelerinde ölçek sorununun olmayışı ve coğrafi bilgi sistemleri genelleme fonksiyonunun kullanılması ile istenilen kod farklı topoğrafik haritaların üretilmesi ile klasik yöntemler ile kıyaslanamayacak derecede hassas bir işaretleme yapılabilir.

Hazırlanan alternatif yol geçkilerinin değerlendirilmesi aşamasında veritabanı sorgulamaları ile istenilen her türlü bilgi elde edilebilmektedir. Bu, karar verme aşamasında karar alıcının en doğru seçimi yapmasında yardımcı olmaktadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel görevlerinden birisi de oluşturulan alternatiflerin sonuçlarının alınması ve karar alıcılara bu aşamada yardımcı olmasıdır.

Bu bölümde mevcut yol ağı planı ve alternatif olarak hazırlanan yeni yol ağı planlarına ilişkin elde edilen verilerin karşılaştırılması ve sonucunda, yapılmasına karar verilecek olan yol ağı planının seçimi yapılacaktır.

Orman yol geçki etüdü için hazırlanan katmanın sorgulaması sonucunda planlama birimi alanının %12'si orman yolu geçişi için olumsuz faktörlerin ağırlıkta olduğu alanlar olduğu belirlenmiştir. Toplam alanın % 35.51'i yol geçkisi için ikinci derece düşülmesi gereken alanlardır. Yapılan coğrafi analiz sonucunda toplam alanın % 52.09 'u orman yolu geçişleri için problem oluşturmeyen alanlardır.

Tablo 39'da mevcut yol ağı planı ile alternatif yol ağı planına ilişkin yol yoğunluğu, yol aralığı ve işletmeye açma oranları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 39. Mevcut ve Alternatif Orman Yol Ağı Planlarının Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Yol Uzunluğu m	Yol Yoğunluğu m/ha			Yol Aralığı m			İşletmeye açma oranı %	
		Genel	İtibari	Gerçek	Genel	İtibari	Gerçek	Tüm Alan.	Ormanlık Alan.
Mevcut yol ağı planı	89814	11.26	13.53	17.01	888.09	739.09	587.88	54.03	81.65
Alternatif yol ağı planı	107706	13.50	16.92	20.40	740.74	591.01	490.19	61.73	93.27

Tablo değerlerinden de anlaşılaçağı üzere alternatif olarak oluşturulan yol ağı planı değerleri mevcut yol ağı planı değerlerinin iyileştirilmesi sonucunda elde edilmiştir. Bu değerler ormanüstü planlama birimi orman alanı için yeterli durumdadır.

Mevcut planan yapılan ilaveler ile yaklaşık 600 ha'lık bir alan daha işletmeye açılmış ve toplam işletmeye açılan alanların büyüklüğü 4923.27 ha ulaştırılmıştır. Planlama birimi ormanlık alanının 5278.27 hektar olduğı düşünülürse alanın % 93.27'sinin işletmeye açıldığı görülmektedir. Bu oran mevcut orman yol ağı planında % 81.65 oranındadır. Görüleceğı üzere alternatif olarak oluşturulan yeni yol planı, mevcut olan plan yollarından alana daha hakim durumdadır.

Mevcut ve alternatif yol ağı planı ile işletmeye açılan alanlardaki servet ve artım değerleri ise tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40. İşletmeye Açılan Orman Alanlarında Alan, Servet ve Artım Değerlerinin Karşılaştırılması

	Toplam yol uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Alanlar (ha)	Toplam Servet m ³	Toplam Artım m ³
Mevcut Orman Yol Ağı Planı	89814	4309.92	585038.217	12037.643
Alternatif Orman Yol Ağı Planı	107706	4923.27	701151.880	14381.541

Bu çalışmada, alternatif orman yol ağı planlarının değerlendirilmesinde son olarak oramn yollarının geçki etüdü için hazırlanan katmanda aldıkları değerler karşılaştırılmıştır. Orman yollarının aldığı değerler tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Mevcut ve Alternatif Orman Yol Ağı Planlarının Orman Yollarının Yol Geçki Etüdü Katmanında Aldığı Değerler

Faktörler	Alt Gruplar	Mevcut Orman Yol Ağı Planı		Alternatif Orman Yol Ağı Planı	
		Yol Uzun. (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)	Yol Uzun. (m)	Top. Yol Uzl. Oranı (%)
Eğim Grupları	E < % 45	31804	35.41	36449	33.84
	% 45 < E < % 65	35436	39.45	44768	41.56
	%65 < E < % 75	10782	12.01	13302	12.35
	E > % 75	11792	13.13	13187	12.25
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00
Bakı Grubu	Kuzey bakılar (K, KD, KB)	47928	53.36	56026	52.01
	Doğu ve Batı bakıları	28763	32.02	32723	30.38
	Güney bakılar (G, GD, GB)	13123	14.62	18957	17.61
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00
Servet Grupları	Orman toprağı	2059	02.29	2233	02.07
	H.S* < 100m ³	11659	12.98	14896	13.83
	100 m ³ < H.S < 250 m ³	32990	36.73	42259	39.24
	H.S > 250 m ³	23324	25.97	27118	25.18
	Ziraat ve mera alanı	19782	22.03	21200	19.68
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00
Kayalık Alan.	Kayalık ve Yerleşim alan.	2588	02.88	2989	02.78
	Diğer Alanlar	87226	97.12	104717	97.22
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00
Akarsu Y. Dağ.	Akarsu Yataklarına Dağ.	243	0.27	291	0.27
	Diğer Alanlar	89571	99.73	107415	99.73
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00
Orman Yol Geçki Etüdü	OYGEP** < -1	12541	13.97	15387	14.29
	-1 < OYGEP < +1	26750	29.78	29586	27.47
	OYGEP > +1	50523	56.25	62723	58.24
	Toplam	89814	100.00	107706	100.00

* HS : Hektardaki Dikili Kabuklu Gövde Hacmi

** OYGEP : Orman Yol Geçki Etüdü Puanı

Orman yollarının geçişini etkileyen faktörlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sınıflamaya göre üç grup oluşturmıştır. Mevcut yolların 12+541 km'si orman yolları geçişi için en çok problem taşıyan alanlardan geçerken, planlanan yollardan 15+387 km'si bu alanlardan geçmektedir. Mevcut yolların 26+750 km'si orman yolu geçişlerinde ikinci derecede düşünülmesi gereken alanlardan geçmektedir. Planlanan yolların ise 29+586 km'si bu alanlardan geçmektedir. Mevcut yolların 50+523 km'si orman yolları geçişinde

problem taşımayan alanlardan geçmektedir. Planlanan yolların ise 62+723 km'si bu alanlarda yer almaktadır.

Bu araştırmada, orman yol ağı alternatiflerinin değerlendirilmesinde yukarıda açıklanan kriterler kullanılmıştır. Mevcut seçenekler arasında en uygun sayısal değerleri görüleceği üzere alternatif yol ağı planı yolları vermektedir. Bu nedenle mevcut yol ağı planının yenilenmesi ile elde edilen yol ağı planının seçilmesine karar verilmiştir.

Klasik yöntemle üretilen haritalarda bir takım kullanma imkanı sınırları vardır. Harita üzerine işlenebilecek bilgilerin miktarları sınırlıdır. Bu sınır haritanın yapılması için harcanan zamana ve harita üzerindeki alanın büyüklüğüne bağlı olmaktadır. Haritaların matbaada basılırken ezilip büzüleceği gibi başka faktörlerin etkisi altında da büzülebilir ve küçülebilir. Küçük ölçekli haritalarda bazen ölçeğe uymamak zarureti vardır. Bu haritaların güncelleştirilmesi çok zaman ve maliyet almaktadır. Yapılan analizler çok zor ve gözün algılama hassasiyeti oranında hatalı olmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemlerinin kartografik yetenekleri sayesinde her türlü haritanın hazırlanması çok kolay bir şekilde yapılmaktadır. Ayrıca üretilen haritaların güncelleştirilmesi ile yeni haritaların hazırlanması veritabanının sorgulanması ile çok kısa sürelerde yapılmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri ile üretilen Sayısal Arazi Modelleri yardımı ile birçok analiz kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerinde sayısal arazi modelleri yardımıyla klasik yöntemlerle yapımı çok zor olan hatta yapılamayan bakı ve eğim haritaları yapımı ve kullanımı yapılmıştır. Aynı katmanlara girilen konu ile ilgili bütün bilgiler işlenerek yeni haritalar üretilebilir. Bilgisayar ortamında sayısal olarak depolanan bilgiler, aynı katmanların birleştirilmesi ile bir çok bilgi aynı katman üzerinde toplanır. Bu sayede klasik haritalarda hiçbir zaman değerlendirilemeyecek kadar çok bilgi tek bir sayısal haritadan okunur ve birlikte değerlendirilebilir. Ayrıca oluşturulan veri tabanı ile birçok sorgulama yapılarak istenen değerler hesaplanabilir.

Orman yollarının planlanması sırasında, planlama birimi için coğrafi bilgi sistemi veritabanından faydalanılmıştır. Böylece amanajman planı verileri ortak kullanılan veritabanından okunarak hızlı bir şekilde, doğru bilgiye erişim sağlanmıştır.

Bu çalışma ile, artık vazgeçilmez bir teknoloji haline gelen bilgisayar yazılım ve donanımlarının orman yollarının planlanmasında kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmalarda, planlama aşamalarının tez kapsamında anlatılan büyük bir kısmı bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Böylece, hazırlanması düşünülen Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) için ilk uygulamalardan biri gerçekleştirilmiştir.

Bilgi çağı olarak adlandırılan çağımızda artık bilgiyi öğrenmeden çok bilgiye erişim önem kazanmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri ile, oluşturulan veri tabanındaki bilgilere çok hızlı bir şekilde ulaşma, analiz edebilme ve sonuçların her düzeyde kişiler tarafından kolaylıkla algılanabilmesi olanakları coğrafi bilgi sistemlerini bilgi çağının geliştirdiği en yeni sistem yapmıştır.

Ormancılık biyolojik, teknik, ekonomik ve sosyal bir çalışma olduğu için yapılan çalışmalarda bir çok etken göz önünde tutulmaktadır. Bu nedenle çağdaş ormancılık çalışmaları yapabilmek için coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması artık kaçınılmaz bir durum ortaya koymaktadır.



6. ÖNERİLER

Orman yolları orman işletmeciliği sırasında yararlanılan alt yapı tesislerinden en önemlisidir. Ormancılıkta üretim ile birlikte amenajman planlarının hazırlanması, koruma, silvikültür tekniği, ağaçlandırma, sosyal olanaklar gibi tüm etkinlikler için orman yolları vazgeçilmez tesislerdir.

Orman yollarının yapımı kadar planlanması da güç bir iştir. Özellikle dağlık arazide bu durum daha da önem taşır. Planlama sırasında meşcerenin durumu, arazinin topoğrafik yapısı, arazinin sahiplik durumu, yol aralığı, mevcut üretim araçlarının durumu gibi faktörler etkilidir. Planlama sırasında yapılacak olan yanlış bir geçki seçimi, yapım aşamasında teknik ve ekonomik problemler ortaya çıkaracağı gibi gelecekte de bakım problemlerini doğurmaktadır. Bu nedenle bu faktörler mutlaka yeterli düzeyde incelenmeli ve orman yolu geçişleri için en uygun alanlar belirlenmelidir. Bu nedenle bu faktörlerin mutlaka yeterli düzeydeki hassasiyetle incelenmeli ve orman yolu geçkileri için en uygun alanlar belirlenmelidir.

Orman yollarının planlanması ve yapımı oldukça yüksek maliyetler oluşturmaktadır. Bu çalışmaların günümüzün vazgeçilmez teknolojisi olan bilgisayar kullanımı ile yapılması sayesinde bu maliyetlerde önemli bir düşüş olacaktır.

Ormancılık çalışmalarının sosyal engellerle kısıtlanmaması için bölgede yaşayan orman köylüleri için ormancılık dışında gelir kaynakları oluşturulmalıdır. Bölgede orman köylerinin ulaşımı için yeterli düzeyde köy yolu mevcuttur. Orman yollarının planlanmasında orman köylerinin ulaşımının sağlanması yönünde bir çalışmaya ihtiyaç yoktur.

Ormanüstü planlama birimi yol ağı planında yer alan yolların yapılması bir an önce tamamlanmalıdır. 150 ve 157 kod nolu yolların yapımında en yüksek su seviyesi tespit edilmeli ve yolların olası bir sel felaketinde zarar görmesi engellenmelidir. 1990 yılında yaşanan sel felaketinde bu yolların büyük bir kısmı zarar görmüştür.

Orman Genel Müdürlüğü'nde son yıllarda çok yönlü olarak sürdürülen ormancılık hizmet ve uygulamalarının daha hızlı, daha ekonomik ve daha etkin bir şekilde yürütülmesi ve uygulayıcılar arasındaki koordinasyonun sağlanabilmesinde gerekli olan temel altlık haritaların üretilmesi ve bu konuda çalışanların tüm isteklerine cevap verecek olan orman bilgi sistemi oluşturma çalışmalarına devam edilmeli ve en kısa sürede tamamlanmalıdır.

Orman Genel Müdürlüğü'nün orman bilgi sistemi kurma çalışmalarında veri toplama işlemlerinde artık en hızlı ve en ucuz olan uydu verilerinin değerlendirilmesi yönünde olmalıdır. Bu sayede ülkemizin ihtiyaç duyduğu verilerin hızlı bir şekilde elde edilmesi sağlanabilir.

Ülke ormanlarını rasyonel olarak işletmeye açılması için orman yol şebeke planlarının yenilenmesi işlemi bir an önce tamamlanmalıdır. Bu yenileme işleminin sürecinde öncelikle amaca hizmet edecek kriterlerin sağlıklı bir şekilde belirlenmesi ve bu kriterler göz önünde bulundurularak bölge bazında projelerin yapılmasında coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması zaman ve maliyet açısından faydalı olacaktır.

Coğrafi bilgi sisteminin harita üretiminde, özellikle de konusal harita üretiminde sunduğu olanaklar çok yüksektir. Coğrafi bilgi sistemlerinin sunduğu bu yüksek kartografik yetenekleri nedeniyle, oluşturulacak orman bilgi sistemi, ülkemizdeki orman haritalarının üretimine yönelik problemlerin önemli bir bölümünün çözümüne büyük katkılarda bulunacaktır. Veri tabanındaki bilgilere bağlı olarak her türlü konusal (tematik) orman haritasının üretilmesi ölçeğe bağlı olmaksızın mümkün olmaktadır.

Orman bilgi sistemi bu özelliklerin kullanılmasıyla gerek işletme bazındaki planlama, yönetim ve karar verme aşamalarında, gerekse ülke bazında planlama ve ormancılık politikalarının belirlenmesinde önemli bir yardımcı araç olarak hizmet edecektir. Diğer taraftan veri tabanındaki bilgiler, örneğin orman yollarının bilgisayar destekli olarak planlanması, orman ürünleri transportunun düzenlenmesi, orman kadastro suna yönelik problemlerin çözümü, ağaçlandırma yatırımlarının planlanması gibi birçok alanda kullanım olanağı koymaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Erdaş, O., Acar, H.H., Tunay, M., ve Karaman, A., Türkiyede Orman İşçiliği ve Üretim, Orman Yolları, Orman Ürünleri Transportu, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Mülkiyet - Kadastro ile İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Türkiye Ormancılık Raporu, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No:48, 1995, Trabzon.
2. Seçkin, Ö.B., Türkiye'de Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüd Aplikasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 1, 1984, 112-125.
3. Seçkin, Ö.B., Bir Orman Yol Projesinde Güzergah Planının Hazırlanması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 3, 1984, 92 - 108.
4. Köse, S., Özkan, M., Başkent, E.Z., ve Gül, A., Orman İşletmelerinde Veri Tabanı Oluşturulması, 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, 308-315.
5. Köse, S. ve Başkent E.Z., 1993 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Ormancılığımızdaki Önemi, Orman Bakanlığı 1. Ormancılık Şûrası Tebliğler ve Ön Çalışma Gurubu Raporları, Orman Bakanlığı, Cilt 3, s. 195 - 204, seri No :13, Yayın No: 006, 1-5 Kasım, Ankara.
6. Taştan, H., Bank. E., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde konuma bağlı analizler, CBS 94 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, bildiriler kitabı, s:33- 52, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon.
7. Altan, M, O., Toz, F, G., ve Külür. S., Bilgi Sistemlerindeki Gelişmeler ve Fotogrametri, Coğrafi Bilgi Sempozyumu 96, Eylül 1996, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 63-69.
8. Demirkol, E, Ö., Aydemir, S., Bank, E., ve Taştan H., Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Projesi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu CBS94, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 105-112.
9. Erdin, K., Şentürk, N., Yeşil, A., Koç, A., Selik, C., Yener, H., Yılmaz, Y., Atıcı, E., Nasıl Bir Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) ?, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu CBS94, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 136-141.

10. Alptekin, C., Orman Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü'nün Çalışmaları ve Genel Tanıtımı, Orman Bakanlığı Dergisi, 20, 10 (1993), 18-21.
11. Bayoğlu, S., Seçkin, Ö., Şentürk N., Orman Yollarının Bilgisayar Ortamında Projelendirilmesi, 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, 248-255.
12. Bayoğlu, S., Seçkin Ö.B., Türkiye'de Orman Yolu Yapım Çalışmaları Ve Sağladığı Yararlar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2883/307, İstanbul, 1981.
13. Bayoğlu, S., Akdeniz Bölgesinde Orman Yolları, Transport Sorunları ve Önlemleri, Türkiye'de Akdeniz Bölgesi Orman Yolları ve Ormancılığına İlişkin Bilimsel Yaklaşımlar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orm. Araş. ve Uyg. Mer. Müd. Yayınları, İstanbul, 1992.
14. Tan, J., Planning a Forest Road Network by a Spatial Data Handling-Network Routing System, Acta Forestalica Fennica, 227, (1992).
15. Matthews, D. M., Cost Control in the Logging Industry, McGraw-Hill Book Co, New York, 1942.
16. Thuresson, T., Forest Road Optimization Using Gridbased Geographical Information Systems, Swedish University of Agricultural Sciences Section of Forest Mensuration and Management, Umeå, 1995.
17. Minamakata, Y., Effective Forest Road Planning for Forest Operations and the Environment, COFE/IUFRO Conference, Ağustos 1984, Orono, Maine, Bildiriler Kitabı, 219-224.
18. Douglas, R.A., ve Hendersson, B.S., Computer Assisted Forest Road Route Location, Proceedings of the Council On Forest Engineering 10th Annual Meeting, Syracuse, Mayıs 1987, New York, 201-214.
19. Koger, J.L., ve Webster, D.S., Maximizing Profits of Ground -Based Harvesting Systems, Forest Products Journal, 36, Şubat 1986, 25-31.
20. Sessions, J., ve Li, G.D., Deriving Optimal Road and Landing Spacing with microcomputer programs, Western Journal of Applied Forestry, 2, 3 (1987), 94-98.

21. Sessions, J., ve Sessions, J.B., SNAP- A Scheduling and Network Analysis Program for Tactical Harvest Planning, 1988 International Mountain Logging and Pacific Northwest Skyline Symposium, Aralık 1988, Corvallis, Oregon, USA, 71-75.
22. Lee, B.B. ve Tomlin, C.D., Automate Transpotation Corridor Allocation, GIS World, 10, 1 (1997), 56-60.
23. Arunpraparut, W., ve Tasaka, T., Studies on Forest Road Network Using GIS: A Case Study in Eastern Thailand, Transaction of the Japanese Forestry Society, 106, 10 (1995),205-209.
24. Arunpraparut, W., Tasaka, T., ve Ochi, S., Evaluation of the Function and Network Layout of Forest Road Using a GIS, The Japan Forest Engineering Society, 11, 8 (1996), 97-102.
25. Ochi, S., Tsuji, K., ve Tasaka, T., Studies on the Forst Use Planning Method Using GIS (I) -Evaluation for the Road Density and Skidding Distance-, Bulletin Of The Utsunomiya University Forests, 31, (1995), 7-13.
26. Cheret, V., ve Gay, M., Use of Geographical Information Systems to Devise an Acces Plan. Its Aplication in the Melles Massif (Haute-Garrone), Revue Forestiere Francaise, 47, 6 (1995), 647-660.
27. Shiba, M., Ziesak, M., ve Loffler, H., Use of Modern Information Technology in Planning Forest Road Access, Forstarchiv, 61 1(1990), 16-21.
28. Erdaş, O., Orman Yollarında Proje ve Yapım Tekniğine Bağlı Olarak Kazı ve Taşıma Makinelerinin Rasyonel Kullanımı, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliği 1. Ulusal Sempozyumu, Temmuz 1985, Bolu, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları yayın no: 338, 110-128.
29. Şener, E., Makinalı Orman Yol İnşaatının Gelişim Rasyonalitesi Sorunları, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliği 1. Ulusal Sempozyumu, Temmuz 1985, Bolu, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları yayın no: 338, 110-128.
30. Erdaş, O., Türkiye'de Orman Yol Yapım Çalışmalarında Kaydedilen Aşamalar ve Bugünkü Durum, Orman Mühendisliği Dergisi, 1 (1986), 18-22.

31. OGM İnşaat Dairesi Başkanlığı, 202 Sayılı Tebliğ Orman Yollarının Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 1984.
32. Bayoğlu, S., Orman Nakliyatının Planlanması, İstanbul Üniveristesi, Yayın No: 3941, İstanbul, 1996.
33. Bayoğlu, S., Orman Yol Şebekelerinin Planlanması ve Orman Yollarının Makineyle İnşası İle İlgili Esaslar, İstanbul Orman Fakültesi, İstanbul, 1969
34. Rowan, A.A., Forest Road Planning, Forestry Commission Booklet, 43, (1976).
35. O.G.M., Orman yolları Sebeke Planlaması, Orman Genel Müdürlüğü Hizmet İçi Eğitim Semineri, Kasım 1993, Antalya.
36. Burrough, P., Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford Üniversitesi, Oxford, 1986.
37. ESRI, Arc/Info Programmers Manual, Cilt 1, Enviromental Systams Research Institute, Redlands, California, 1987.
38. Star, J., ve Estes, J., Geographical Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, New Jersey, 1990.
39. USDA, Guidelines for the Use of Digital Imagery for Vegetation Mapping, United States Department of Argiculture Forest Service, Washington D,C, 1995.
40. ESRI., Undestanding GIS, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1993.
41. Aronoff, S., Georgarphic Infprmation Systems: A Management Prespective, WDL Publications, Ottawa, Ontario, Kanada, 1989.
42. Yomralıoğlu, T., Çelik K., GIS ?, CBS 94 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, bildiriler kitabı, s:21 - 32, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon.
43. Taştan, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri - Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul, 1991.

44. Fisher, M., ve Nijkamp, P., GIS and Spatial Modelling, EGIS'92 Conference Proceedings, Mart 1992, Mnh, Almanya, Bildiriler Kitab, Cilt I, 214-225.
45. Bank, E., Tatan, H., ve Tekgl, A., Otomatik Genelletirme, 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitab, 247-258.
46. Tatan, H., ve Bank, E., Bir CBS yazlm Paketinin Seçiminde Nelere Dikkat Etmeli?, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96, Ekim 1996, stanbul, Bildiriler Kitab, 77-88.
47. UluĖtekin, N., ve pbker, C., Kartoğrafya ve Coğrafi Bilgi Sistemi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96, Eylül 1996, stanbul, Bildiriler Kitab, 131-141.
48. Fisher, F., ve Lindenberg, E., R., On Distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55, 10 (1989), 1431-1434.
49. Tatan, H., ve Alas, B., Sayısal KartoĖrafyada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitab, 341-348.
50. Msr, M., Coğrafi Bilgi Sistemleri le Orman Amenajmanı Haritalarının Yapm, Yüksek Lisans Tezi, K.T.. Orman Fakültesi, Trabzon, 1995.
51. elik, M., Maraş, H. H., lĖn, D. E., ve stn, M., Bilgisayar Destekli Harita retimi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96, Eylül 1996, stanbul, Bildiriler Kitab, 122-130.
52. Bailay, T., Statistical Spatial Analysis and Geographical Information Systems, EGIS'92 Conference Proceedings, Mart 1992, Mnh, Almanya, Bildiriler Kitab, Cilt I, 186-203.
53. Maraş, H.H., Sayısal Arazi Modeli rnleri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Konya, 1993.
54. Maraş, H., Sayısal Arazi Modellerinde Kullanılan Matematik Modeller ve Kişisel Bilgisayarlarda rnek Uygulamalar, CBS 94 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, bildiriler kitab, s:228- 246, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon.

55. Toz, G., Sayısal Arazi Modelleri, İ.T.Ü. Dergisi, 47, 2 (1989), 39-48.
56. Güler, A., Sayısal Arzi Modellerinde İnterpolasyon Yöntemleri, M.S.B. Harita Genel Komutanlığı, Harita Dergisi, 5 (1978), 53-70.
57. Şentürk, N., Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.
58. Koç, A., Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemi, ARC/INFO ERDAS kullanıcıları toplantısı, 1995, Ankara.
59. Guplit, C.S., Evaluating Geographic Information Technology, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55, 11 (1989), 1583-1587.
60. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Bilgi Sistemi ile Geliştirme ve Gerçekleştirme Yöntemi, Harita Dergisi, 105, 7 (1990), 45-74.
61. ESRI., Arc/Info User's Guides, Enviromental Systams Research Institute, Inc., Redlands, California, 1992.
62. Acar, H. H., Maçka Orman İşletme Müdürlüğünde 1990 Yılı Sel Felaketi Sonrası Orman Yollarında Oluşan Zararlar ve Bunun Orman Transportu Üzerine Olan Etkileri, Ekoloji Çevre Dergisi, 7, 6 (1993), 14-17.
63. Erdaş, O., Muhafaza Ormanlarında Orman Yollarının Planlanması, Yapımı, ve Transport İlişkileri, Orman Bakanlığı 1. Ormancılık Şûrası, Kasım 1993, Tebliğler ve Ön Çalışma Gurubu Raporları, Ankara, 98 -110.
64. O.G.M., Türkiye Orman Envanteri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 1980.

9. ÖZGEÇMİŞ

21 Haziran 1972 tarihinde Şavşat'ta doğdu. 1986 yılında Rize Mimar Sinan Endüstri Meslek Lisesi, Elektronik Bölümü'ne girdi. 1989 yılında Elektronik Bölümü dönem birincisi olarak mezun oldu.

1990 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 1994 yılında dönem beşinciliği ile mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans Programına başladı.

1995 yılında KTÜ Orman Fakültesi'nin açmış olduğu Araştırma Görevliliği sınavında başarılı olarak göreve başladı. Halen aynı fakültede görevini yürütmektedir. 13.06.1997.

