

## Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Bir Araştırma

Orhan ERDAŞ

K.S.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46060, Kahramanmaraş - TÜRKİYE

Selçuk GÜMÜŞ

K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 06.04.1999

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

Coğrafi Bilgi Sistemleri karar verme sürecinde, veri tabanı sorgulamaları ile zaman ve maliyet tasarrufu sağlayarak en doğru kararın alınmasında son zamanlarda sıkça kullanılmakta olan bir araçtır.

Bu araştırmada 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 veri tabanı oluşturulmuştur.

Uygulama alanı olarak Ormanüstü planlama birimi seçilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 107706 m. orman yolu planlanmıştır. Yol yoğunluğu 20,40 m/ha, yol aralığı 490,19 m ve işletmeye açma oranı % 93,27 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 m<sup>3</sup> ağaç serveti ve 14381,541 m<sup>3</sup> artım olduğu belirlenmiştir.

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

### The Use of Geographical Information Systems in Selecting Forest Road Routes

**Abstract:** During the forest road planning process, the determination of road routes requires the evaluation of many factors. The data needed for forest road planning are obtained from different sources with different standards. The variation in data sources causes problems in the effective and collective usage of these data.

Geographical Information Systems is a frequently used tool in the decision making progress. It use database queries to find the best solution requiring the least time and money.

In this study, the forest road routes on digital map are prepared in order to reach each point of the area of the planning unit. A database from other forest disciplines is formed in order to choose the best solution route among the prepared forest road routes.

The Ormanüstü planning unit was selected as the application area. 107706 m of forest road was planned as a result of these studies. Road density, road interval and rate of forest access were found to be respectively 20.40 m/ha, 490.19 m and 93.27. With these roads 4923.27 ha of 5278.27 ha of forest area was used for exploitation. A total of 701151.880 m<sup>3</sup> of stand volume of forest and an increment of 14381.548 m<sup>3</sup> was obtained in these forest access areas.

**Key Words:** Forest roads, Geographical Information Systems (GIS), forest transport, road routes, database

### 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. 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 m<sup>3</sup> aslı orman ürününün transportunda kolaylık sağlaması ile birlikte orman koruma, kadastro, bakım, erozyon ve ağaçlandırma çalışmaları gibi diğer ormancılık hizmetlerinin yürütülmesinde de önemli rol oynamaktadır. Ayrıca orman köylerinin yol gereksinimlerinin ve halkın dinlenme isteklerinin karşılanmasına imkan sağlamaktadır. Bu suretle söz konusu yollar ekonomik, sosyal hatta kültürel faydalar yaratmaktadır (1).

Bir yolun arazi veya harita üzerinde izlediği doğrultuya bu yolun geçkisi denir. Orman yolu geçki belirlemesi, orman yolu planlama çalışmalarının en önemli ve en zor aşamasını oluşturmaktadır. Bir yolun geçmesi zorunlu bulunan ana kontrol noktaları arasında, birden fazla geçki söz konusu 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 (2).

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. Veri tabanı ise, herhangi bir olaya, gözleme veya ölçümlere ait verilerin istenilen şekilde düzenlenmiş şeklidir. 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 (3).

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 bütünlük olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelden oluşan bir bütündür (4).

Orman Genel Müdürlüğü 1964 yılında sistematik orman yol ağı planlaması çalışmalarını başlatmış ve bu çalışmaları 1974 yılında tamamlamıştır. Bu çalışmalarda

sadece verimli ormanlar dikkate alınarak toplam yol uzunluğu 144425 km olarak planlanmıştır. 1963 yılı itibarıyla tespit edilen orman yollarının sadece 20691 km'si bu planlara dahil edilmiştir (5). 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, 1998 yılı sonu itibarıyla 132693 km'si yani % 65.75 inşa edilmiştir (6).

Coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanmasında kullanımına ilişkin ilk çalışmaları ise 1990'lı yılların başlarında başlamıştır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılacak değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. 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 yöntemlere göre çok daha ucuz olduğunu göstermektedir (5).

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 (7).

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 (8).

Lee ve Tomlin tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada, karayolu geçkilerinin belirlenmesi için kartoğrafik 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 (9).

Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanması sırasında, orman yol geçkilerinin belirlenmesinde kullanılması imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla şu çalışmalar yapılmıştır:

- Çalışma alanının sayısal kartoğrafik haritalar ve veri tabanı sorgulamaları yardımı ile orman yolu geçkisi için gruplandırılması, yani geçki etüdünün 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 alternatif yol ağı planının karşılaştırılmasının yapılması (10).

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

## Materyal ve Yöntem

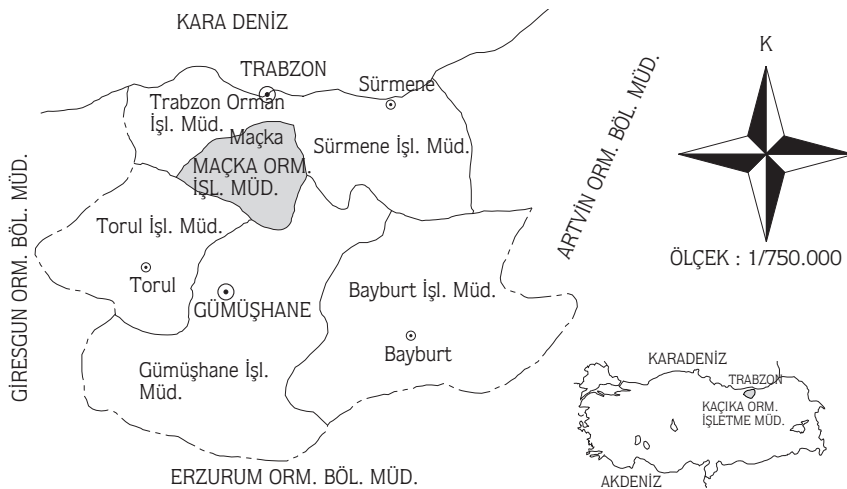
### Materyal

Araştırmaya konu olan alan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır. Araştırma alanı olan Ormanüstü Planlama Birimi, Orman Genel Müdürlüğü'nün 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.

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 1).

Çatak Bölgesi Orman Amenajman Planı (1984) verileri ve çalışma alanını kapsayan 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43a<sub>4</sub>, G43d<sub>1</sub>, G42b<sub>3</sub> ve G42c<sub>2</sub>), sayısallaştırma yoluyla elde edilen alana ait sayısal harita, meşcere tipleri haritası ve mevcut yol ağı planı, materyal olarak kullanılmıştır (10).

Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı ve donanımı olarak 16 Mb RAM bellek, 1,6 Gb Hard Disk kapasitesi olan İş İstasyonunda (Work Station), Unix işletim sistemi altında koşan Arc/Info yazılımı kullanılmıştır. Diğer işlemler için 32 MB RAM 2,1 Gb Hard Disk kapasitesindeki lokal ve internet ağına bağlı Pentium 233 MMX PC kullanılmıştır. Sayısallaştırma işlemi için AutoCad 10 yazılımı ve A0 ebatında CalComp 9000 sayısallaştırma masası kullanılmıştır. Harita çıktılarının alınması için HP 450 C Plotter ve veritabanı sorgulamaları çıktısı için Digital 750



Şekil 1. Araştırma Alanının Coğrafi Konumu

nokta vuruşlu printer kullanılmıştır. Araştırmanın genel yazım ve çiziminde ise HP 710 C printer kullanılmıştır.

### Yöntem

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.

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 veriler arasındaki konumsal ve matematiksel ilişkilerin kurulması için topoloji oluşturulmuştur. Bu amaç için Arc/Info yazılımının Arc modülü kullanılmıştır. Topolojisi oluşturulan grafik verilere ilişkin öz nitelik verileri, veri tabanı yönetim sistemi modülü olan Info ve grafik veri girişi ve düzenleme modülü olan Arcedit modülü kullanılarak girilmiştir.
- Veriler arasında ilişkilerin kurulması (Database Menagement); oluşturulan veri tabanında yer alan veri tabloları arasındaki ilişkilerin kurulması ve sorgulanması Info modülü ile gerçekleştirilmiştir.
- Konumsal Analizlerin Yapılması (Statial Analysis);
- Yeniden sınıflandırma, yol geçki etüdü için oluşturulan katmanlarda etkili olan faktörlerin kendi içinde alt gruplara ayrılması için kullanılmıştır. Bu amaçla veritabanı yönetim sistemi modülü kullanılmıştır.
- Overlay İşlemleri, oluşturulan yol ağı planının, orman ile olan ilişkilerinin belirlenmesi 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.

Veri tabanının oluşturulması için, sayısallaştırması yapılan meşcere tipleri ve bölmelerin yer aldığı katmanlar 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 sayısal meşcere haritası elde edilmiştir.

Orman yol ağı planı için geçki işaretlemesi, veri tabanında eşyükselti 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. Pergel açıklıklarının uygulanması için % 2 den % 10'a kadar eğim değerleri kullanılmıştır. Pergel açıklığı uzunlukları klavyeden koordinat değeri olarak girilerek bilgisayar ortamında tanımlanmış ve bu uzunluklar kullanılmıştır. Uygulanmak istenen pergel açıklığı çizgisi (arc) seçildikten sonra geçki boyunca tatbik edilmek sureti ile sıfır hattı işaretlenmiştir (10).

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 (11). Yolların planlanması sırasında genellikle güney bakılar düşünülmüş ancak planlama birimi alanı genel bakısı kuzey olduğu için zorunluluk 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.

Sayısal arazi modelinin oluşturulması için Arc/Info yazılımının TIN (Triangular Irregular Network) modülü kullanılmıştır. Sayısallaştırma ile elde edilen eşyükselti

eğrileri katmanına üçüncü boyut bilgisi olarak yükseklik değerleri girilmiştir. Yükseklik değerleri girilmiş olan katman 'Tin modülü ile sayısal arazi modeli' ne çevrilmiştir. Bu işlemde yükseklik değerleri referans değerler olarak kullanılmıştır.

Eğim haritası sayısal arazi modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Sayısal arazi modelinden, öznitelik bilgisi olarak % veya derece cinsinden eğim değerlerini bulduran 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 (12). Bu da inşaatın çıkacak bütün materyalin taşınması ve yüksek bir maliyet oluşturması demektir. Bu nedenlerle yukarıda açıklanan gruplar oluşturulmuştur.

Bakı haritası sayısal arazi modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Sayısal arazi modelinden, öznitelik bilgisi olarak 0-360 derece bakı değerlerini bulduran yeni bir katman elde edilmiştir. Bu katman üzerinde yeniden sınıflandırma fonksiyonu kullanılarak açı değeri olarak verilen bakılar sekiz yön olarak gruplandırılmıştır. 337,5° - 22,5° Kuzey olmak üzere, 45° lik dilimler oluşturulmuştur.

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

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

Akarsu 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.

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 1'de verilen puanlandırma sistemi uygulanmıştır (10).

Tablo 1. 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 <sup>3</sup>	+1
	100 m <sup>3</sup> < H.S < 250 m <sup>3</sup>	+2
	H.S > 250 m <sup>3</sup>	+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

Yukarıda açıklandığı haliyle düzenlenen haritalar overlay işlemi ile üst üste çakıştırılarak, öznitelik tablosunda bütün bilgileri bulduran temel sorgulama

katmanı 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 öznitelik tablosunda toplatılarak her alan için bir puan elde edilmiştir. Bu çalışmada orman yolu geçkisi için konu olabilecek alanların sınıflanmasında üç grup 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 geçkisi için en uygun olan alanlar olarak değerlendirilmiştir.

İşletmeye açma alanlarının tespiti için orman yolları katmanında yol kenarlarına tampon bölgeler oluşturulmuştur. Bu işlem için yakınlık analizi uygulanmıştır. İşletmeye açma alanları içinde kalan meşcerelerin servet ve artımlarının belirlenmesi veri tabanı sorgulamaları ile yapılmıştır.

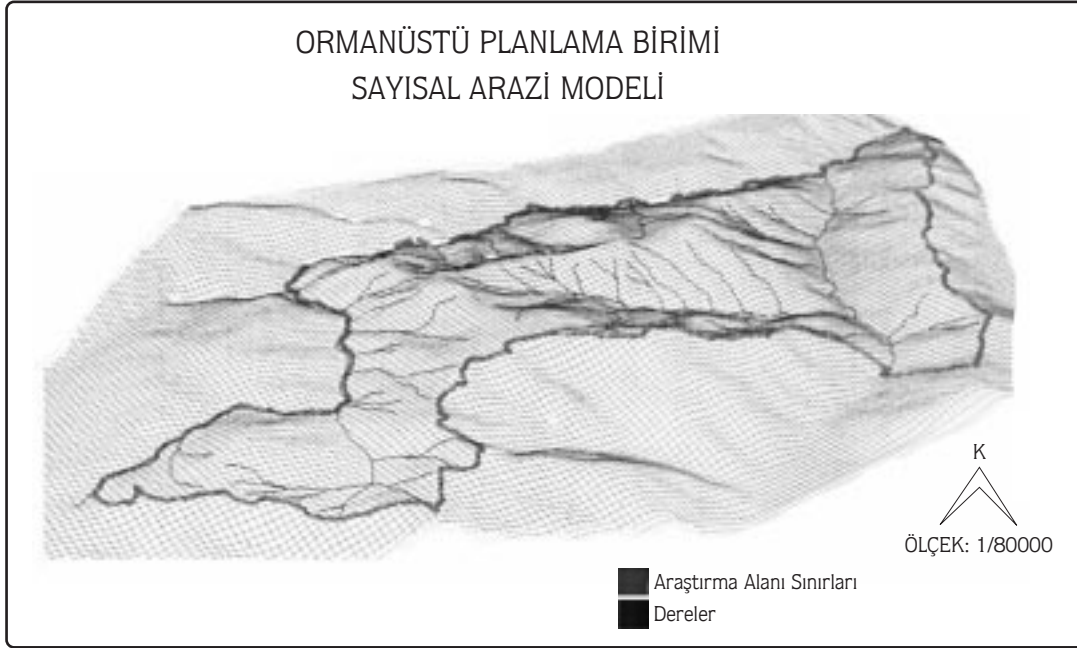
Maliyet analizleri için Merkez Bankası 1998 yılı ortalama döviz kurları kullanılmıştır. Merkez bankası verilerine göre 1 \$ = 262 000 TL olarak alınmıştır. Maçka Orman İşletme Müdürlüğü muhasebe kayıtlarına göre 1 m<sup>3</sup> tomruğun depo satış fiyatı (30 000 000 TL) 114 \$, 1 km orman yolu maliyeti ise yaklaşık olarak (5 Milyar TL) 9 100 \$ olarak alınmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Ormanüstü Planlama Birimi sayısal arazi modeli Şekil 2'de görülmektedir.

Orman yolları geçkilerini etkileyen faktörlerin dağılımı yöntem bölümünde ayrı ayrı verilmiştir. Bu faktörlerin etkilerinin ortak olarak değerlendirilmesi ile elde edilen harita Şekil 3'te verilmiştir. Mevcut ve alternatif orman yol ağlarının oluşturulan geçki etüdü grupları alanlarına dağılımı ise Tablo 2'de verilmiştir.

Planlama birimi toplam alanı 7975,52 ha'dır. Orman yollarının geçki planlamasını etkileyen faktörlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sınıflamaya göre üç grup oluşturmuştur. Buna göre planlama birimi alanının 988,60 ha.'ı yani toplam alanın %12,40'ı orman yolu geçkileri için uygun olmayan alanlar, 2832,39 ha ve



Şekil 2. Ormanüstü planlama birimi sayısal arazi modeli



Şekil 3. Ormanüstü planlama birimi orman yolu geçki etüdü haritası

Tablo 2. 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 <sup>3</sup>	11659	12,98	14896	13,83
	100 m <sup>3</sup> < H.S < 250 m <sup>3</sup>	32990	36,73	42259	39,24
	H.S > 250 m <sup>3</sup>	23324	25,97	27118	25,18
	Ziraat ve mera alanı	19782	22,03	21200	19,68
Toplam	89814	100,00	107706	100,00	
Kayalık Alanlar	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

% 35,51'i orman yol geçkileri için ikinci derecede düşünülmesi gereken alanlar ve 4154,53 ha ve toplam alanın % 53,09'u orman yolu geçkileri için en uygun alanlar olarak belirlenmiştir.

Mevcut yolların 12+541 km'si orman yolları geçişi için en çok problem taşıyan alanlardan geçerken, alternatif olarak hazırlanan yol geçkilerinin 15+387 km'si bu alanlardan geçmektedir. Mevcut yolların 26+750 km'si orman yolu geçişlerinde ikinci derecede düşünülmesi gereken alanlardan geçmektedir. Alternatif olarak hazırlanan yol geçkilerinin 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.

Tablo 3'te mevcut yol ağı planı ile alternatif yol ağı planına ilişkin yol yoğunluğu, yol aralığı ve işletmeye açma oranları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

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

Alternatif geçki planı 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 olduğu düşünülürse alanın % 93,27'sinin işletmeye açıldığı görülmektedir. Bu oran mevcut orman yol ağı planında % 81,65 oranındadır. Görüleceği üzere alternatif olarak

oluşturulan yeni yol ağı 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 4'de verilmiştir.

Görüleceği üzere alternatif olarak hazırlanan orman yol ağı geçki planı ile yaklaşık 2350 m<sup>3</sup>'lük bir artımın daha işletmeye açılması sağlanmıştır. Bu artımın 10 yıllık plan döneminde sağlayacağı getiri ise yaklaşık 2 690 000 \$'dır. Alternatif orman yol geçki planının maliyeti ise yaklaşık 324 700 \$ olacağı kabul edilirse, alternatif yol ağı planı ile net olarak 2 365 300 \$ gelir artışı sağlanmış ve mevcut orman servetinin daha rasyonel olarak kullanımı sağlanmış olacaktır.

Mevcut seçenekler arasında en uygun sayısal değerleri görüleceği üzere alternatif yol ağı geçki planı yolları vermektedir. Bu nedenle alternatif yol ağı planının seçilmesine karar verilmiştir.

## Sonuç ve Öneriler

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. Küçük ölçekli haritalarda bazen ölçüğe 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 kartoğrafik yetenekleri sayesinde orman yol

Tablo 3. Mevcut ve alternatif orman yol ağı planlarının özelliklerinin karşılaştırılması

	Yol Uzunluğu		Yol Yoğunluğu m/ha			Yol Aralığı m			İşletmeye açma oranı %	
	m	Genel	İtibari	Gerçek	Genel	İtibari	Gerçek	Tüm	Ormanlık	
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 4. İşletmeye açılan orman alanlarında alan, servet ve artım değerlerinin karşılaştırılması

	Toplam yol uzunluğu (m)	İşletmeye Açılan Alanlar (ha)	Toplam Servet m <sup>3</sup>	Toplam Artım m <sup>3</sup>
Mevcut Orman Yol Ağı Planı	89814	4309,92	585038,217	12037,643
Alternatif Orman Yol Ağı Planı	107706	4923,27	701151,880	14381,541



ağı planlanması için gerekli olan haritalarının hazırlanması çok kolay bir şekilde yapılmıştır. Ayrıca üretilen haritaların güncelleştirilmesi ile yeni haritaların hazırlanması veri tabanının sorgulanması ile çok kısa sürelerde gerçekleştirilmiştir.

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. Bilgisayar ortamında sayısal olarak depolanan bilgiler, ayrı katmanların birleştirilmesi ile bir çok bilgi aynı katman üzerinde toplanmıştır. Bu sayede klasik haritalarda hiçbir zaman değerlendirilemeyecek kadar çok bilgi tek bir sayısal haritadan okunup ve birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca oluşturulan veri tabanı ile birçok sorgulama yapılarak istenen değerler hesaplanabilir.

Orman yollarının planlanması sırasında, planlama birimi için coğrafi bilgi sistemi veri tabanından faydalanılmıştır. Böylece amenajman planı verileri ortak kullanılan veri tabanından 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 başarılmıştır. Böylece, hazırlanması düşünülen Orman Bilgi Sistemi (ORBİS) için ilk uygulamalardan biri gerçekleştirilmiştir.

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.

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.

## 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, Trabzon, 1995 .
2. Seçkin, Ö.B., Bir Orman Yol Projesinde Güzergah Planının Hazırlanması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 3, s., 92 - 108, 1984.
3. Köse, S., Özkan, M., Başkent, E.Z., ve Gül, A., Orman İşletmelerinde Veri Tabanı Oluşturulması, 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, s., 308-315, 1995.
4. Taştan, H., Bank, E., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde konuma bağlı analizler, CBS 94 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Trabzon, Bildiriler kitabı, s:33- 52, 1994.
5. Bayoğlu, S., Seçkin, Ö., Şentürk N., Orman Yollarının Bilgisayar Ortamında Projelendirilmesi, 1. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, s. 248-255, 1995.
6. T.C. Orman Genel Müdürlüğü, 1999 Yılı Orman Yangınları İle Mücadele Eylem Planı, OGM, Yayın Dairesi Başkanlığı, 52 s., Ankara, 1998.
7. Minamakata, Y., Effective Forest Road Planning for Forest Operations and the Environment, COFE/IUFRO Conference, Orono, Maine, Bildiriler Kitabı, s., 219-224, 1984.
8. Douglas, R.A., ve Hendersson, B.S., Computer Assisted Forest Road Route Location, Proceedings of the Council On Forest Engineering 10th Annual Meeting, Syracuse, New York, s., 201-214, 1987.
9. Lee, B.B. ve Tomlin, C.D., Automate Transportation Corridor Allocation, GIS World, 10, 1, s., 56-60, 1997.
10. Gümüş, S., Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1997.
11. 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, s. 14-17, 1993.
12. 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.