
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES		VOLUME		NUMBER		
SERIE	A	BAND	52	HEFT	2	2002
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



BOLU MINTIKASINDA ORMAN YOL ŞEBEKE VE NAKLİYAT PLANLARININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA DÜZENLENMESİ¹⁾

Ar. Gör. Dr. Murat DEMİR²⁾

Kısa Özet

Günümüzde gelişmiş ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımlarının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Bu çalışmada işletme şefliği ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü, Kayrak Orman İşletme Şefliği bölgesi araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk bölümlerinde ülkemizdeki orman yolu yapım çalışmaları, orman yollarının planlanmasında gerekli olan temel esaslar, sayısal arazi modelleri, bunların oluşturulması, uygulama alanları ve bilgisayar ortamında sayısal arazi modelleri ile orman yollarının planlanması konusu incelenerek Bolu mntıkasında uygulamalı bir örnek yapılmıştır.

1. GİRİŞ

Eşyaların ve insanların bir yerden başka bir yere taşınması için, ne kadar ilkel ve basit de olsa, mutlaka bir yolun varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sorun insanlık tarihinin kaydettiği en eski ihtiyaçlardan birisidir. İnsanlar, en eski taşıma aracı olan kızıağın keşfi ile ilk yolları oluşturmuşlardır. Ancak yol tekniğinde ilk gelişmeler tekerleğin icadı ile M.Ö. 5000 yıllarında başlamıştır (UMAR/YAYLA 1986; SEÇKİN 1984-a). İnsanoğlunun kullandığı yol ve taşıma

¹⁾ İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman İnşaatı ve Transportu Programında aynı ad altında hazırlanmış Doktora Tezi çalışmasının özetidir

²⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

araçlarında yaptığı gelişmeler, modern hayat standartlarının gelişmesiyle birlikte yürümüştür (AYKUT 1984). Bilindiği gibi dağlık bölgelerde, yerleşim merkezlerinden uzakta ve zor araziler üzerinde bulunan ormanların işletmeye açılması büyük ölçüde taşıma imkanlarının etkisi altında bulunmaktadır. Ormanlardan devamlı şekilde yararlanma, onların korunması ve dolaylı faydalarının toplumun yararlanmasına sunulması, herşeyden önce bu ormanların en iyi şekilde düzenlenmiş yol şebeke ve transport planının yapılmış olmasına bağlıdır. İyi bir orman yol şebekesi, rasyonel ve sürekli ormancılığın vazgeçilmez bir ögesi olup, ülke karayolu şebekesi ile bağlantılıdır. Bu şebeke, ormancılığın amaç ve istekleri doğrultusunda:

- Ormanın her tarafını eşit ve yeterli şekilde işletmeye açacak,
- Ormanın iç taksimat şebekesi ile uyum sağlayacak,
- Üretim yeri ile depo arasında en uygun ve en kısa bağlantıyı kuracak şekilde planlanır (SEÇKİN 1984-b).

Bu yapılarıyla orman yol şebekeleri, ormandan elde edilen her türlü ürünün kolay, hızlı ve zamanında taşınmasına, ormanın idare ve işletilmesi ile ilgili malzeme, ekipman ve personelin işyerlerine ulaştırılmasına, ormanın korunmasına, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınmasına, orman köylülerinin yol gereksinimlerinin ve halkın rekreasyonel isteklerinin karşılanmasına hizmet ederler (SEÇKİN 1982 ve 1984-b).

Türkiye'de bugünkü anlayışa göre sistematik orman yol şebekesi planlaması çalışmaları na 1964 yılında başlanmış ve 1974 yılında tamamlanmıştır (BAYOĞLU/SEÇKİN 1984-c). Bu dönem içerisinde Türkiye'deki sadece verimli orman alanları dikkate alınarak ülkenin toplam orman yolu gereksinimi 144 425 km olarak hesab edilmiş ve buna göre planlar yapılmıştır. Ancak, ormancılık bilim ve uygulamalarındaki gelişmeler, keza, üretim teknoloji ve tekniklerinin gelişmesi, rasyonel ormancılığın istekleri ve plan uygulamaları ile elde edilen sonuçlar, bu planların revize edilmesini gündeme getirmiştir. Bu yeni anlayışa göre yapılan düzenleme ile Türkiye'de toplam orman yolu gereksiniminin 201 810 km olduğu ve 2000 yılı sonu itibarıyla bunun 131630 km'si yani %65.23'ünün inşa edildiği görülmektedir (BAYOĞLU/SEÇKİN 1981; AYKUT/ŞENTÜRK/DEMİR 1998; AYKUT/DEMİR 1999; OGM 1967; OGM 1984). Çağdaş ormancılık faaliyetlerinde bulunabilmek için bir an önce bu yolların tamamlanarak ülke ormanlarının sistematik yol şebekelerine kavuşması sağlanmalıdır

Günümüzde ileri ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımlarının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmıştır ve karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir.

Bilgisayarla yapılacak işlemlere esas olmak üzere, yeryüzeyinin sayısal olarak temsil edilmesi veya X, Y, Z koordinat sisteminde, koordinatları bilinen çok sayıda nokta ile yüzeyin gösterilimi olarak tanımlanan sayısal arazi modelleri düşüncesi, 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) tarafından ortaya atılmıştır. M.I.T.'in sayısal arazi modellerini, ilk defa yol güzergahlarının planlanmasında kullandığı görülmektedir. Bilgisayar yazılım ve donanımlarının gelişmesi ile sayısal arazi modelleri endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, yol kavşaklarının, otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için yersel verilerden ve mevcut güvenilir altlık haritalardan yararlanılmıştır. Sayısal arazi modellerinin oluşturulabilmesi için PC (Per-

sonal Computer-Kişisel Bilgisayar) bazında çalışan InROADS SelectCAD Version 7.6, ERDAS (Earth Resources Data Analysis System) Imagine Version 8.4, AutoCAD R14 ve AutoCAD 2000 bilgisayar yazılımları kullanılmıştır. InROADS SelectCAD bilgisayar yazılımı, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk tasarım aşamasında alternatif çözümler bulunması, değişik çözümlerin hızla değerlendirilebilmesi, otoyollar, karmaşık kavşaklar, enerji yapıları, tüneller, barajlar gibi mühendislik yapılarının planlanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle InROADS SelectCAD sistemi karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj ve sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, havaalanı, madencilik ve şehircilik projelerinde hedefine ulaşmıştır. InROADS SelectCAD yazılımı ile, fotogrametrik ve topoğrafik ölçümle bağlantılı olarak arazinin haritası istenilen ölçekte paftalar halinde çizilebilme veya haritası mevcut arazi sayısallaştırılarak model haline getirilebilmektedir. Planlanan bir yolun kazı ve dolgu hesapları yapılabilmekte ve projelendirilen bir yolla ilgili bütün bilgilerin hem dökümü hem de çizimleri alınabilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol güzergahları işlenebilmektedir. Gerek düz hatlar (alıyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boykesitler geçirilebilmektedir. Ayrıca InROADS SelectCAD yazılımıyla yol şebeke ve nakliyat planları için önemli olan eğim analizleri yapılabilmektedir.

Bu çalışmada Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının belirlenmesinde bölgenin arazi yapısının çeşitliliği, orman durumu, nakliyat yöntemleri, yol şebeke durumu gözönünde tutulmuştur. Bu çalışmada kullanılan AutoCAD R14 bilgisayar yazılımı ile Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği'ne bağlı bulunan alanın sayısal arazi modelleri oluşturulmuş ve bu modellerden yararlanılarak çeşitli yol güzergahları ve nakliyat yöntemleri etüd edilmiştir. Ayrıca etüd edilen güzergahların en ve boykesitleri bilgisayar ortamında çizilerek kazı-dolgu hesapları yapılmıştır. Yol planının araziye aplikasyonundan sonraki ortaya çıkacak durum bilgisayar ortamında yaratılmıştır. Araştırma alanına ait eğim ve baki analizleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden orman yolları; "Ormanın her köşesinde, her zaman, elde edilen ürünün ve her şeyden önce ana ürün olan odunun üretildiği yerden, değerlendirileceği yere kadar, en uygun teknik ve ekonomik yöntemle taşımaya sağlayan yapılardır" (TAVŞANOĞLU 1973) şeklinde tanımlanmaktadır. Aynı zamanda orman yolları rasyonel ve entansif ormancılığın en önemli araçlarından birisidir (ERDAŞ, 1988). Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik'te orman yol şebeke planlarının tanımı ise "Bir orman topluluğundan elde edilecek her çeşit ürünü amaca uygun bir şekilde ve sürekli olarak taşımaya, çeşitli ormancılık hizmetlerini yapmaya elverişli dere yolları, yamaç yolları ve irtibat yolları gibi birbirine bağlı bir çok ana ve tali yolların genel projelerini oluşturan bir plandır." (OGM 1964) şeklinde ifade edilmektedir. Yine aynı yönetmelikte orman yol şebeke planlarının amaç ve kapsamı "Bir orman topluluğunun entansif olarak işletilmesi için ekim, dikim, bakım, hastalık ve zararlılarla mücadele, yangınlardan koruma ve yangınları söndürme gibi çeşitli ormancılık hizmetlerinin zamanında, yöntem ve tekniğine uygun olarak yapılabilmesi amacıyla ormandaki tüm meşcerelere ulaşımı sağlamaktır." şeklinde belirtilmektedir (OGM, 1964).

Yukarıda tanım, amaç ve kapsamı belirtilen, rasyonel ve sürekli ormancılığın vazgeçilmez ögesi olan orman yol şebekeleri, ormancılığın amaç ve hedefleri doğrultusunda ve esas itibariyle; ormanın her tarafını eşit ve yeterli ölçüde işletmeye açacak, ormanın iç taksimat şebekesi ile uyumlu olacak, üretim yeri ile depo arasında en uygun ve kısa bağlantıyı kuracak

şekilde planlanmaktadır. Bu yapılarıyla orman yol şebekeleri, ormandan elde edilen her türlü ürünün kolaylıkla, hızla ve zamanında taşınmasına, ormanın idare ve işletilmesi ile ilgili bütün işlerin yapılmasına, orman işçilerinin iş yerlerine gidip gelmesine, ormanın korunmasına, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınmasına hizmet etmektedir. Öte yandan orman yol şebekeleri sayesinde, dağ ve orman köyleri yola kavuşmakta, dağ ve orman köylüleri ürettikleri ürünleri daha çabuk ve daha uygun bir fiyatla pazarlama olanağı bulmakta, bu köylerde yaşayan halkın, çevredeki yerleşim merkezleri ile bağı artmakta dolayısıyla köylerde yeni iş olanaklarının açılmasına, sosyal gelişime ve kültür birliğine yol açmaktadır. Aynı zamanda bu köyler orman yol şebekeleri aracılığıyla devletin eğitim, sağlık ve haberleşme gibi hizmetlerinden daha kolay daha etkin bir şekilde yararlanma şansını elde etmektedir. Ayrıca ülkenin eşsiz doğal güzelliklerine sahip bu yörelerinde turizm faaliyetleri etkinlik kazanmaktadır (SEÇKİN 1984-a; SEÇKİN 1984-d; SEÇKİN 1982; DEMİR 1997).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, bir orman yol şebeke planını hazırlamak ve bu yolların yapımını gerçekleştirmek hiçbir zaman sadece bir yol yapım tekniği olarak görülmemektedir. Çünkü bu planların hazırlanması ve gerçekleştirilmesi için orman işletmesinin ekonomik, teknik ve yönetimle ilgili bütün özelliklerini bilmek yanında üretim, taşıma ve değerlendirme ilişkileri üzerinde de bilgi sahibi olma zorunluluğu bulunmaktadır.

Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesine Ait Yönetmelik esasları çerçevesinde, Orman Genel Müdürlüğü ve özel sektör tarafından orman işletme şefliği ölçeğinde orman yol şebeke planları hazırlanmaktadır. Öte yandan 3294 Sayılı Kanununun 14.maddesine dayanılarak, 1988 yılında Orman Yolları Tamir ve Bakım İşleri (Tamim No:4238), Orman Yolları Şebeke Planı Etüd Proje Mühendislik Hizmetleri (Tamim No:4294), Orman Yolları Aplikasyonu Etüd Proje Mühendislik Hizmetleri (Tamim No:4295) ve Orman Yolları Yol Yapım İşleri (Tamim No: 4296) tamimleri çıkarılmıştır. Söz konusu tamimler çerçevesinde orman yollarının; orman yol şebekelerinin hazırlanması, aplikasyonu, inşası, tamir ve bakımı Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Ancak yukarıda belirtilen işler son yıllarda özel sektöre de ihale edilmeye başlanmıştır (ŞENTÜRK 1992). Bunun nedeni kısaca açıklamak gerekirse, orman yollarının planlanması, yapım ve bakım işlerinin geçmişine değinmek gerekmektedir. Özellikle 1950'li yılların başında müteahhitlik hizmetlerinin yeterince yaygın olmaması, kamu kurumlarındaki iş makinelerinin sayıca az olması ve ortak kullanıma gidilmesi gibi nedenlerle çeşitli ormancılık faaliyetlerinin yapılabilmesi için gereksinim duyulan mevcut makinelerin bakım ve tamir işlerini gerçekleştirmek amacıyla kurulan orman ana tamirhane müdürlüklerinin kapatılmasıyla yukarıda orman yollarıyla ilgili belirtilen işler artık özel sektöre ihale edilmektedir. Orman ana tamirhane müdürlüklerinin ilki 1952 yılında Bolu ilinde açılmış olup, orman işlerinin yoğun olduğu bölgelerde ihtiyaç üzerine bu tamirhanelerin kuruluşuna devam edilmiştir. Tamirhane müdürlüklerinin Ankara, Antalya, Amasya, Artvin, Balıkesir, Denizli, Demirköy (İstanbul), Eskişehir, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Mersin, Muğla, Trabzon, ve Zonguldak illerinde kurulmasıyla 1985 yılı itibarıyla toplam sayısı 16'ya ulaşmıştır. Döner sermaye ile çalışan bu tamirhaneler 1952-1970 yılları arasında oldukça başarılı çalışmalarda bulunmuş ve kâr etmişlerdir. Daha sonra 1970-1980 yılları arasında ise ülkenin içinde bulunduğu sosyal, siyasal ve ekonomik krizden tamirhane müdürlükleri de etkilenmiş ve zarar etmeye başlamıştır. Son olarak, tamirhane müdürlükleri 08 Ocak 1997 tarihinde T.C.Bakanlar Kurulu kararıyla Türkiye genelinde kapatılmıştır (HASDEMİR/ÖZTÜRK 1997).

Orman yollarının hemen tamamının yapım ve bakımları tamirhanelerden sağlanan araçlarla gerçekleştirilmiş ve ormanlık bölgelerde oluşan heyelan, yangın vb. afetlerle yine bu araçlarla mücadele edilmiştir. Böylelikle orman yollarındaki yapım, bakım ve büyük onarım gibi işlerin hızlı bir şekilde yapılmasıyla ormancılık işlevlerinin yerine getirilmesinde tamirhanelerin

büyük katkıları olmuştur. Yukarıda da belirtildiği üzere şu anda orman yol şebekelerini oluşturan orman yollarının etüd, proje, yapım ve bakım çalışmaları özel sektör tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle yapılacak projelerin ve hazırlanacak keşif özetlerinin çok daha duyarlı olması gerekmektedir.

Aynı zamanda her yıl 100 plan ünitesinin bitirilmesiyle ancak 10 yılda tamamlanması öngörülen orman yol şebeke planlarının amaca uygun, ekonomik ve seri olarak gerçekleştirilmeleri gereği, yapılacak planların önemini bir kat daha arttırmaktadır (DEMİR, 1997; HAS-DEMİR/DEMİR 1998; DEMİR 1999). Hazırlanan orman yol şebeke planlarının kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, gelişmiş ülkelerde kullanımı oldukça yaygın olan bilgisayar yazılım ve donanımlarından, ülkemizde de karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde yararlanmak yerinde olacaktır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Bu amaçla ülkemizde de her türlü ormancılık (kadaströ, amenajman, yol planlama vb.) çalışmalarında temel altlık olarak kullanılabilir sayısal verilerin elde edilmesi amacıyla, Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde "Orman Bilgi Sistemi (ORBİS)" oluşturulması çalışmaları devam etmektedir.

Bu çalışmada yukarıda açıklanmaya çalışılan nedenlerle, orman işletme şeflikleri ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğrili haritalar üzerinde bölge şefliği bazında orman yol şebeke planlarını oluşturan orman yollarının, güzergah planları, boykesitleri, enkesitleri ve kazı-dolgu miktarları bilgisayar ortamında planlanmış ve düzenlenmiştir. Böylece ilk plan aşamasında, orman yol şebeke planlarının bir parçası olan orman yolları hakkında ayrıntılı bilgiler, yol araziye aplike edilmeden önce elde edilmiş olup, özel sektöre ihale edilerek yapılacak yolların kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla orman yollarının planlanmasında kullanılabilir olan AutoCAD R14, AutoCAD 2000 ve InROADS SelectCAD Version 7.6 yazılımlarından çalışmada yararlanılmıştır.

2.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu çalışmada Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının belirlenmesinde bölgenin arazi yapısının çeşitliliği, orman durumu, nakliyat yöntemleri, yol şebeke durumu gözönünde tutulmuştur. Mengen, ülkemizin Batı Karadeniz bölümünde bulunan Bolu iline bağlı bir ilçedir. İlçenin 1997 yılı sayımına göre nüfusu 16311'dir. Mengen, 880,1 km² alana sahip olup, ilçede Merkez bucağı dışında 2 bucak, 55 köy bulunmaktadır. İlçe merkezi, Bolu'nun 55 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Şekil 1).

2.1.1 Araştırma Alanının Konumu, Büyüklüğü ve Sınırları

Araştırma alanı, 40° 53' 45'' N ve 41° 00' 30'' N kuzey enlemleri ile 31° 53' 40'' E ve 32° 03' 30'' E doğu boylamları arasında yer almaktadır. Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır (Şekil 2). Araştırma alanının doğu sınırı, Mengen Çayı'ndan başlayarak Ağaçlar mahallesi, Gökgözler Tepesi, Subaşı Tepe'sini takiben Kocagöller mevki, Yılgınlı Geriş Sırtı, Çırakırış Tepe (1058 m), Yukarı Düz Tepe'yi takiben Sarı Yusuf mahallesine, oradan Kiriştepe ve Attan İnecek Tepe altında sona ermektedir. Bölgenin kuzey sınırı, Keklik Dere Üstü, Attan

İnecek Tepe Sırtını takiben, Üç Göknaar Tepe'ye ulaşmaktadır. Sınır Sarmaşık Tepe, Ahlatlı Yayla Tepe, Karasu Sırtı, Gergenli Sırtı'nı takip ederek Kayabükü köyüne ulaşır ve Kocadere suyunu takip ederek Köprübaşı köyünün Değirmen sırtı mahallesinde sona ermektedir. Batı sınırı ise Köprübaşı köyünden başlayarak Himmet Tepe (949 m), Uç Tepeler (1153 m) ve son olarak Karayol Tepe'de sona ermektedir. Araştırma alanının güney sınırı Karayol Tepe'den, Göynükbaşı Tepe (1111 m), Sankiren Tepe, Topalaklı Tepe ve sırtı takiben Gökçesu'ya ve oradanda Mengen Çayı'nı takip ederek doğu sınırına kavuşmaktadır (OGM 1998).



Şekil 1: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü kuruluş haritası

Figure 1: The location of the forest administraton of bolu region

2.1.2 Topoğrafik Yapı

Araştırma alanının arazisi genellikle engebeli olduğundan dağ, tepe ve sırtlar hem bölgenin sınırlarında hem de bölge sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği 450-1400 m'ler arasında değişmektedir. Ortalama yamaç eğimleri %40-80 arasında değişmektedir. Şefliğin istihsal sahaları işletme müdürlüğü merkezine 15-25 km mesafeler arasında bulunmaktadır. Bölgenin kuzey sınırında yer alan başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında, Gergenli sırtı, Ahlatlı Yayla Tepe, 1008 m rakımlı Sarmaşık Tepe, Küçük Göknaar Tepe ve Attan İnecek Tepe yer almaktadır. 1113 m rakımlı Kiriş Tepe ve 1058 m rakımlı Çırakiriş Tepe bölgenin doğu sınırında yer almaktadır. Araştırma alanının güney sınırında yer alan başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında, Gökgezler Tepe, Göynükbaşı Tepe, Sankiren Tepe, Karayol Tepe ve Topraklı Tepe bulunmaktadır. Bölgenin batı sınırında ise Üç Tepe, Harami Tepe ve Himmet Tepe başlıca dağ, tepe ve sırtlar arasında sayılabilir. Ayrıca araştırma alanının sınırları içeri-

sinde kalan belli başlı dağ, tepe ve sırtlar arasında Gavurharmanı Tepe, Kızgın Tepe, Kavalıdüz Tepe, Ahmet Bak Tepe, Yellice Geriş Sırtı, Halit Tepe, Karpuzkaya Sırtı, Karadikenli Sırtı, Asar Tepe, Büyükburun Sırtı, Dikmen Tepe, Tavşan Bişi Tepe, Kızgın Tepe, Yellicebelen Sırtı, Karapınar Sırtı, Bulanık Sırtı, Delibayır Sırtı, Kocakişla Sırtı, Obrancık Sırtı bulunmaktadır (OGM 1998).



Şekil 2: Araştırma alanının konumu, büyüklüğü ve sınırları

Figure 2: The location of the research area

2.1.3 Su Potansiyeli

Bölgenin en önemli su potansiyeli Bolu Çayı'dır. Araştırma alanını kuzeyinden güneyine doğru ortasından ikiye bölecek şekilde kat etmektedir. Bolu Çayı'nın başlıca kolları sırasıyla Karadere, Kayra Dere ve daha sonra Güney Deresi'dir. Kayra Dere'nin başlıca kolları ise Kurduk Dere ve Mina Çökeceği Dere'sidir. Bolu Çayı'nın batı yönünden gelen kolları ise Halit Deresi, Camı Dere, Topuzkaya Deresi, Değirmendere, Ağulu Bogaz Deresi ve Yalak Deresi'dir. Ayrıca bölgede yukarıda sayılan derelerden başka birçok isimsiz dere de bulunmaktadır (OGM 1998).

2.1.4 İklim Durumu

Araştırma alanı Karadeniz bölgesi kıyıları ile İç Anadolu bölgesi arasında bir geçiş zonedir. En yüksek sıcaklık 39.4°C, en düşük sıcaklık -34.0°C, ortalama oransal nem %72, ortalama yıllık yağış 536.4 mm ve günlük ortalama en çok yağış miktarı 78.8 mm'dir. Bolu ilinin kıyı bölgelerinde yılda 1000 mm dolayında olan yağışlar da aynı yönde, özellikle dağlar arasındaki çukurlarda belirgin olarak azalmaktadır. Bölge bir bütün olarak incelendiğinde, alçak kıyı şeridi, güneydeki kurak kesim ve bu ikisi arasında kalan ve denize bakan yüksek kuşak olmak üzere üç farklı kesimden oluştuğu görülmektedir. Kuzeydeki alçak kıyı şeridinde sıcaklık ve yağış yüksek bulunmaktadır. Güneydeki kurak kesimde sıcaklık ortalaması ve yağış kuzeyden daha düşüktür. Bu iki karşıt kuşak arasında kalan ve kuzeye (Karadeniz'e) bakan yükselti-

ler ise, kıyı kesimi gibi yüksek yağış almaktadır, fakat sıcaklık daha düşüktür (DİE 1998; TOPRAKSU 1972; DMİ 2001).

Thorthwaite yöntemine göre iklim öğeleri değerlendirildiğinde, Bolu ilinin "kurak-az nemli, mezotermal, su fazlası kışın ve orta derecede olan deniz tipi" iklime sahip olduğu görülmektedir. Bolu ilinde temmuz ayı başlarından ekim ayı sonlarına kadar devam eden belirgin bir kuraklık bulunmaktadır (DİE 1998; TOPRAKSU 1972; DMİ 2001).

2.1.5 Jeolojik Yapı ve Toprak

Kayrak Orman İşletme Şefliği'nin jeolojik yapısı; seri ormanlarının üzerinde bulunduğu arazi genellikle III. Zamana ait olduğu görülmektedir. Bölge Neojen, Eosen ile II. zamanda oluşmuş bir durumdadır. Bu nedenle toprak yapısında kalker, kum, kil, alüminyum ve marn bulunmaktadır (OGM 1998; TOPRAKSU 1972).

2.1.6 Bitki Örtüsü

Araştırma alanında Karaçam (*Pinus nigra*), Gökmar (*Abies sp.*), Kayın (*Fagus sp.*), Meşe (*Quercus sp.*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Kavak (*Populus sp.*), İhlamur (*Tilia sp.*), Çınar (*Platanus sp.*), Akçaağaç (*Acer sp.*) ve Kızılcık (*Cornus sp.*) gibi ağaç türlerine rastlanmaktadır (OGM, 1998).

Araştırma alanında uygulanmakta olan işletme sınıfları ve süreleri:

- | | |
|---|-------------------------|
| - Karaçam-Meşe İşletme Sınıfı | 1986-2005 yılları arası |
| - Kayın- Meşe İşletme Sınıfı | 1986-2005 yılları arası |
| - Gökmar İşletme Sınıfı | 1986-2005 yılları arası |
| - Muhafaza Karakterlerinde İşletme Sınıfı | 1986-2005 yılları arası |

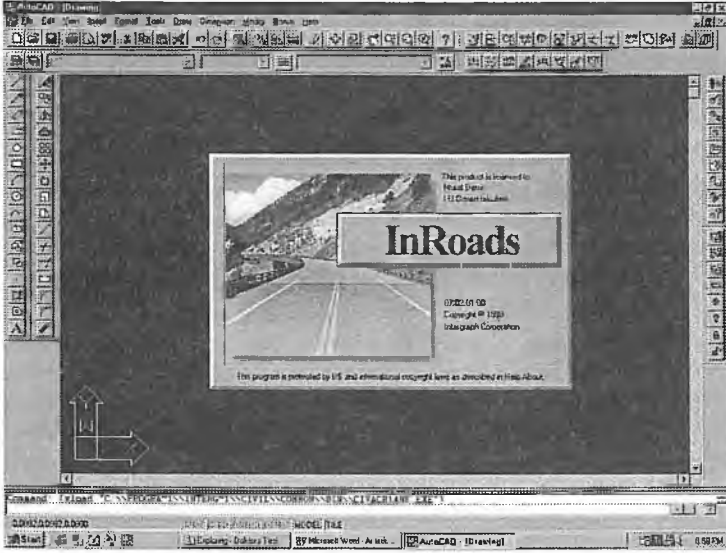
şeklinde olduğu görülmüştür (OGM, 1998).

3. Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılabilecek Bilgisayar Yazılımları

2000'li yıllara girilirken, gelişmiş ülkelerde coğrafi bilgi sistemleri ve mekansal veri tabanları kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, bir çok sahada olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir yardımcı araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bilgi çağı olarak adlandırılan çağımızda, bilginin en iyi şekilde kullanılması, gelişmiş toplumlar seviyesine ulaşma iddiasında olan ülkemizde bir an önce gerçekleştirilmesi gereken bir olgudur. Konu bu açıdan ele alındığında ülkemizin en önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanların çok amaçlı faydalanma ve süreklilik prensibine göre planlanması ve işletilmesinde bilgisayar yazılımlarından (programlarından) yararlanılması kaçınılmazdır (HASDEMİR/DEMİR, 1997; HASDEMİR/DEMİR, 1998). Aşağıda orman yollarının planlanmasında kullanılabilecek çeşitli bilgisayar yazılımlarından kısaca bahsedilmiştir.

3.1 InROADS SelectCAD Yazılımı

Intergraph şirketinin Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirdiği InROADS SelectCAD bilgisayar yazılımı, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk dizayn aşamasında alternatif çözümler bulunması, değişik çözümlerin hızla değerlendirilebilmesi, otoyollar, karmaşık kavşaklar, enerji yapıları, tüneller, barajlar gibi mühendislik yapılarının planlanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle InROADS SelectCAD sistemi karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj va sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, havaalanı, madencilik ve şehircilik projelerinde hedefine ulaşmıştır. InROADS SelectCAD yazılımı, fotogrametrik ve topoğrafik ölçümle bağlantılı olarak arazinin haritasını istenilen ölçekte paftalar halinde çizilebilmekte veya haritası mevcut araziye sayısallaştırarak model haline getirebilmektedir. Yazılım belirlenen some noktaları arasında planlanan bir yolun kazı ve dolgu hesaplarını yapabilmekte ve projelendirilen bir yolla ilgili bütün bilgilerin hem dökümünü hem de çizimlerini verebilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol güzergahları işlenebilmektedir. Gerek düz hatlar (aliyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boykesitler üretilebilmektedir. Ayrıca InROADS SelectCAD yazılımıyla yol şebeke ve nakliyat planları için önemli olan eğim analizleri yapılabilmektedir. InROADS SelectCAD yazılımının Türkiye distribütörü Intergraph A.Ş.'nin verdiği eğitim ve yazılımın kullanımı sırasında karşılaşılan sorunlara verdiği desteğin olumlu olması, fiyat uygunluğu ve teknik üstünlükler InROADS SelectCAD yazılımının seçiminde büyük rol oynamıştır.



Şekil 3: InROADS SelectCAD uygulama yazılımının bilgisayar ortamında açılım penceresi
Figure 3: The opening window of the InROADS SelectCAD software

3.2 Moss Yazılımı

Bir sayısal arazi modelleme yazılımı olan MOSS, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk dizayn aşamasında alternatif çözümler bulabilmektedir. Bu programla; değişik çözümler hızla üretilebilmekte, bu çözümler teknik ve mali açıdan değerlendirilmektedir. Aynı zamanda oto yollar, orman yolları, karmaşık kavşaklar gibi mühendislik yapılarının araziye ait jeolojik, jeofizik etüdlerle planlanması, öncelikle mevcut araziye ait bilgilerin hassas bir biçimde elde edilmesi, korunması ve kullanılması mümkün olabilmektedir. MOSS yazılımı özellikle karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj ve sulama projeleri, kanalizasyon, boru hatları, demiryolu, hava alanı, madencilik ve şehircilik projelerinde çok önemli bir düzeye ulaşmıştır. COGO, sayısal-laştırma (Digitizing), mekan ve bağlantı analizleri (Spatial and Network Analysis) gibi uygulamalar kolaylıkla yapılabilmekte bu sayede yol planlarının projelendirilmesi, en ve boykesitler üretilebilmekte, yol güzergahlarında kazı ve dolgu hesapları yapılabilmektedir.

3.3 AutoDesk Land Development Solutions-II Yazılımları

Autodesk firmasının arazi çözümleri; AutoCAD Land Development Desktop R2, AutoDesk Civil Design R2 ve AutoDesk Survey R2'den oluşmaktadır. AutoCAD Land Development Desktop R2 yazılımı, AutoCAD 2000'in güçlü alt yapısı üzerinde çalışmaktadır. Özellikle inşaat ve harita mühendisleri, planlayıcılar için tasarlanan bu yazılım, arazi çalışmaları için çok işlevli bir aletlik sunmaktadır. Nokta verilerinin çizime aktarılmasından sayısal arazi modeli yaratmaya, güzergah tanımlarından parselasyon işlerine kadar kullanıcıların arazi ile ilgili projelerinde kullanabilecekleri bir çok işlevi içermektedir.

AutoDesk Civil Design R2 yazılımı, inşaat projeleri için geliştirilmiş olup Land Development Desktop yazılımı ile beraber çalışmaktadır. Yol planlama çalışmalarına cevap vermek amacıyla tasarlanan bu çözüm, yatay güzergah belirleme, boykesit, enkesit çıkarılması ve hacim hesaplarının tamamını yapabilmektedir.

AutoDesk Survey R2 yazılımı, arazide gerçekleştirilen çalışmaların çizime aktarılması konusu için geliştirilmiştir. Land Development Desktop yazılımı ile beraber çalışan bu yazılım arazi aletlerindeki (60'dan fazla arazi aleti desteklenmektedir) verileri otomatik olarak çizime aktarmak ve çizimde poligon dengelemeleri gibi işlevleri gerçekleştirebilmektedir.

3.4 NetCAD Yazılımı

Üçüncü olarak Ak Mühendislik A.Ş.'nin geliştirmiş olduğu NETCAD grafik yazılımları içinde imar ve islah uygulamaları, harita yapımı, kadasral çalışmalar, yol, kanal kamulaştırmaları, sayısal arazi modeli uygulamaları, yol projelendirme, kent ve bölge planlama, kesit, hacim, CAD, kent bilgi sistemi ve belediye otomasyonu gibi geniş bir yelpazede çözümler sunmaktadır. COGO (Koordinat geometrisi) modülü içinde imar uygulamaları, harita çalışmaları, kadastral çalışmalar yapılabilmektedir. Ayrıca yol imar ayarlamaları, kurp hesaplamaları ve projenin paftalandırma çalışmaları yapılabilmektedir. Bunun dışında sayısal arazi modeli oluşturma ve arazi modelinden eşyükselti eğrileri elde edilebilmektedir. Şevler, yollar, su bölümü hatları gibi arazinin yapısının özellik gösterdiği detaylar gözönüne alınabilmektedir. Çalışılan proje üzerinde oluşan kot boşlukları yazılım tarafından enterpolasyonla nokta atma yöntemiyle kapatılabilmektedir. Sayısal arazi modeli üzerinde yol veya kanal güzergahları işlenebilmektedir. Yol güzergahlarında kurplar, some koordinatları yarıçap değerlerine göre hesaplanabilmektedir. Gerek düz hatlar (aliyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boy

kesitler üretilebilmektedir. Üretilen kesitler üzerinde, enterpolasyonla istenilen sıklıkta kot noktaları hesaplanabilmektedir. Yol projelerinin bitiminden sonra, inşaat sonrası arazide oluşacak durum üç boyutlu olarak görülebilmektedir. Hazırlanan sayısal arazi modeli üç boyutlu olarak istenilen açı ve doğrultudan görülebilmekte ve çizimi alınabilmektedir.

3.5 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar

Araştırma alanının orman yol şebeke planının bilgisayar ortamında düzenlenebilmesi amacıyla, İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Prof. Dr. Selçuk Bayoğlu Bilgisayar Merkezi'nde oluşturulan sistem aşağıda gösterilmiştir.

3.5.1 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar

Çalışmada kullanılan temel grafik yazılımları ve uygulama yazılımları aşağıda gösterilmiştir.

YAZILIM (SOFTWARE)

1. Temel Grafik Yazılımı
AutoCAD R14, AutoCAD 2000
2. Uygulama Yazılımı
InROADS SelectCAD Version 7.6
ERDAS Imagine (Earth Resources Data Analysis System) Version 8.4

3.5.2 Çalışmada Kullanılan Donanımlar

Çalışmada kullanılan bilgisayarların ve sayısallaştırıcı, tarayıcı, çizici ve yazıcıların tipleri ve özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

DONANIM (HARDWARE)

1. Bilgisayar
 - a) Intel Pentium II 266 Mhz (CPU) İşlemci, 64 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 8 MB Matrox Grafik Ekran Kartı, 32 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 17 inç ekran ve Windows NT 4.0 WorkStation işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - b) Intel Pentium 233 Mhz (CPU) İşlemci, 32 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 4 MB Grafik Ekran Kartı, 24 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 98 işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - c) Intel Pentium 200 Mhz (CPU) İşlemci, 32 MB RAM, 3.2 GB Harddisk, 4 MB Grafik Ekran Kartı, 24 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 95 işletim sistemine sahip bilgisayar.
 - d) Intel Pentium 75 Mhz (CPU) İşlemci, 48 MB RAM, 2.1 GB Harddisk, 2 MB Grafik Ekran Kartı, 8 X hızlı CD-ROM, 1.44 MB 3.5 inç disket sürücü, 14 inç ekran ve Windows 95 işletim sistemine sahip bilgisayar.
2. Sayısallaştırıcı (Digitizer)
CalComp Drawing Board III 16 tuşlu A0 boyutunda sayısallaştırıcı.
3. Tarayıcı (Scanner)
HP 6100 C A4 boyutunda, 1200 dpi X 1200 dpi çözünürlükte renkli tarayıcı.

4. Çizici (Plotter)
HP 2500 CP A0 boyutunda renkli ve siyah-beyaz çıktı alabilen çizici.
5. Yazıcı (Printer)
 - a) HP 870 Cxi DeskJet A4 boyutunda yazıcı (Renkli/Siyah-Beyaz).
 - b) HP LaserJet 6L A4 boyutunda yazıcı (Siyah-Beyaz)

4. BULGULAR

4.1 Orman Yol Şebeke Planının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği Bölgesi, orman yol şebeke planının yeniden düzenlenmeye başlanması, çeşitli nakliyat metodlarının kullanılması, üretim durumu, araştırma için yeterli büyüklükte bir alana sahip olması, alanın çok çeşitli topoğrafik şartları içinde bulundurması nedeniyle araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü Kayrak Orman İşletme Şefliği için yapılması düşünülen yeni yol şebeke planı üretim, rekreasyon, ağaçlandırma ve yangınlarla mücadele yanında, ormanın her tarafına eşit şekilde ulaşabilme imkanını verecek tarzda düzenlenmiştir. Arazinin topoğrafik yapısı ve ormanın durumuna göre yol şebekesinin yukarıda sayılan niteliklere sahip olacak şekilde projelendirilmesine gayret edilmiştir. Bu amaçla hektardaki mevcut servete ilave olarak ağaçlandırma imkanlarına göre araziden faydalanma şekilleri de gözönünde tutulmuştur.

4.1.1 Araştırma Alanının Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması

Araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulması amacıyla gerekli olan referans noktaları, eşyükselti eğrilerinin sayısallaştırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Bu amaçla, araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli Bolu G-27-b-2 ve G-27-a-1 standart topoğrafik haritalardan her 10 m'de bir geçen eşyükselti eğrileri sayısallaştırıcı ve AutoCAD R14 temel grafik yazılımı aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Oluşturulacak sayısal arazi modelinin araziye iyi bir şekilde temsil etmesi örnekleme için iyi yapılmasına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle, arazinin yayvan yapı gösterdiği başka bir deyişle, eşyükselti eğrilerinin çok geniş aralıklarla geçtiği kısımlarda 5 m'lik kılavuz eğriler de sayısallaştırılmıştır. Genel olarak özel sektörde hazırlanan sayısal arazi modellerinde 1/25000 ölçekli haritalar bilgisayar ortamında pafta başına 100000 nokta ile temsil edilmektedir. Araştırmada ise araştırma alanı bilgisayar ortamında 474292 nokta ile, oluşturulan sayısal arazi modelinde ise 110771 üçgen (triangle) ile temsil edilmiştir. Esas olarak arazinin temsil edilmesi amacıyla alınan nokta sayısının fazla olması bilgisayar ortamında yapılan işlemler sırasında işlerin yavaşlamasına ve dosya boyutlarının büyümesine neden olmaktadır. Bu konuya her çalışma sırasında dikkat etmek gerekmektedir. Araştırma alanının sayısal eşyükselti eğrili haritası Şekil 4'de gösterilmiştir. Sayısallaştırılan her eğri için sahip olduğu yükseklik değeri ismiyle bir katman (layer) açılmış ve eğrilerin sahip olduğu bu yükseklik değerlerine göre bu katmanlara kaydedilmiştir. Daha sonra DWG formatındaki AutoCAD çizim dosyası DXF (Drawing Interchange File) formatındaki dosyaya dönüştürülmüş ve InROADS SelectCAD uygulama yazılımına IMPORT komutuyla tanıtılmıştır. InROADS SelectCAD programının sayısal arazi modelleme modülü kullanılarak araştırma alanının sayısal arazi modeli SURFACE-TRIANGULATE komutu verilerek suretiyle oluşturulmuştur.

4.1.2 Araştırma Alanının Sayısal Arazi Modelinden Yararlanılarak Eğim ve Bakı Analizlerinin Yapılması

Oluşturulan sayısal arazi modelinden, ormancılık çalışmaları için gerekli üç boyutlu analizlerin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan eğim sınıfları haritası vb. oluşturulabildiği gibi seçilen bir alanın yüzey profili ve seçilen bir doğrultunun boyuna profili gibi verileri elde etmek mümkün olmaktadır.

4.1.2.1 Araştırma Alanının Eğim ve Bakı Haritalarının Oluşturulması

Bir orman işletmesinde arazinin eğimine ait bilgiler, işletmenin teknik, ekonomik, planlama, karar verme ve uygulama düzeyindeki faaliyetlerinde önemli bir etken ve hatta bazı durumlarda birinci düzeyde belirleyici bir faktör durumundadır (KOÇ 1995). Araştırma alanının eğim ve bakı haritalarını oluşturabilmek amacıyla InROADS SelectCAD Version 7.6 ve ERDAS Imagine Version 8.4 uygulama yazılımları kullanılmıştır. InROADS SelectCAD yazılımında bulunan surface modülü içinde slope komutu kullanılarak %1 değişim aralığında eğim sınıfları oluşturulmuştur. Daha sonra hangi eğim sınıfları oluşturulacaksa o eğim sınıflarının değişim aralıkları bilgisayara verilmiştir. ERDAS yazılımında ise SLOPE (eğim) komutu kullanılarak Percent (%) seçeneği tercih edilmiştir. Bu işlemin sonucunda ise %0-100, %1 değişim aralıklarında eğim sınıfları oluşturulmuştur. Daha sonra hangi eğim sınıfları oluşturulacaksa o eğim sınıflarının değişim aralıkları RECODE komutu yardımıyla birleştirilmiştir. Araştırma alanının eğim analizlerinden gerekli sonuçları alabilmek amacıyla iki tipte eğim haritası oluşturulmuştur. Bunlardan birincisinde yukarıda da belirtilen eğim sınıfları oluşturulmuştur. Bunun yanısıra transport planları için önemli olan eğimi %33'ten aşağı ve eğimi %33'ten yukarıda olan alanlar belirlenmiştir. Ayrıca Tablo 1 ve 2'de araştırma alanının eğim sınıflarına alansal olarak dağılımı gösterilmiştir. Bu amaçla oluşturulan eğim sınıfları haritaları Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Araştırma alanının bakı haritasının oluşturulabilmesi için ERDAS yazılımında ASPECT komutu kullanılarak 8 ana yöndeki bakılarla beraber düz alanlarında yer aldığı bakı haritası oluşturulmuştur. Şekil 7'de araştırma alanının bakı haritası, Tablo 3'de araştırma alanının bakı sınıflarına alansal olarak dağılımı gösterilmiştir.

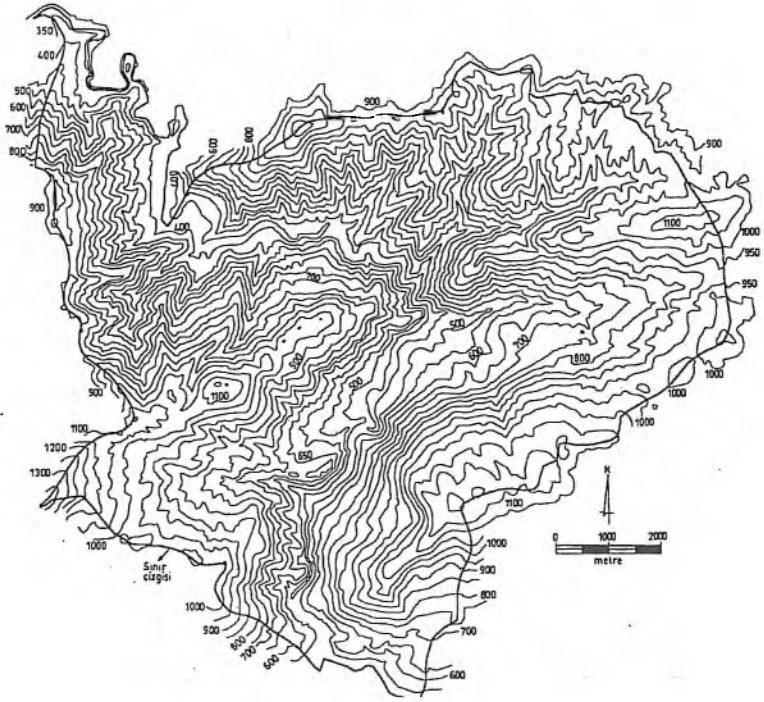
Tablo 1: Araştırma Alanının Eğim Sınıflarına Alansal Olarak Dağılımı

Table 1: The Slope Analysis Results of the Research Area

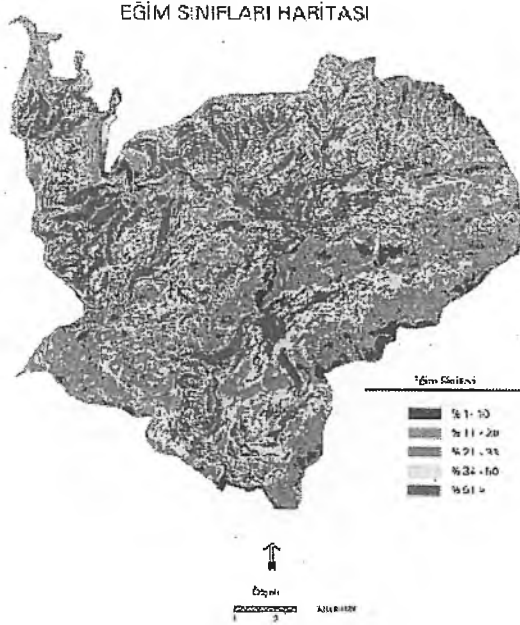
EĞİM GRUPLARI SLOPE GROUPS (%)	ALANI AREA (ha)	ALANDAKİ ORANI PROPORTION (%)
1-10	593.28	6.74
11-20	1319.04	14.99
21-33	2126.88	24.17
34-50	2410.56	27.39
51 ve üzeri	2351.24	26.71
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00

Tablo 2: Araştırma Alanının Transport Tekniği Bakımından Eğim Sınıflarına Dağılımı
Table 2: The Slope Analysis Results of the Research Area Viewpoint of Transportation Technics

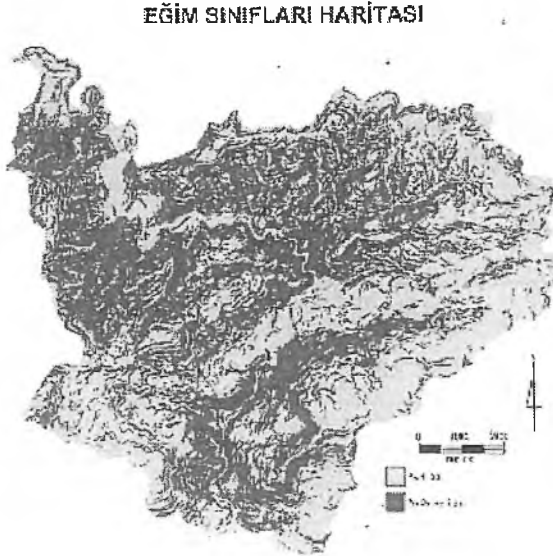
EĞİM GRUPLARI SLOPE GROUPS (%)	ALANI AREA (ha)	ALANDAKİ ORANI PROPORTION (%)
1-33	4039.20	45.89
34 ve üzeri	4761.80	54.11
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00



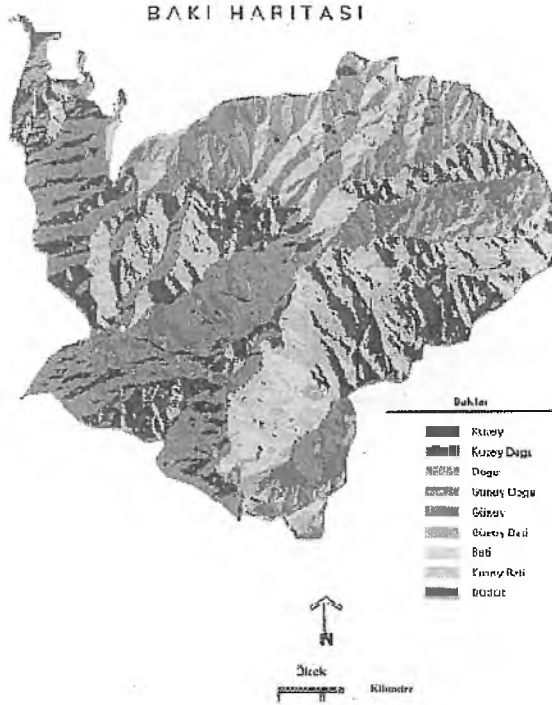
Şekil 4: Araştırma alanının bilgisayar ortamına aktarılmış eşyüksekti eğrili haritası
Figure 4: The map of the research area with digitizing on computer



Şekil 5: Araştırma alanının eğim sınıfları haritası
Figure 5: Teh slope map of the research area



Şekil 6: Araştırma alanının transport tekniği bakımından incelenmesi amacıyla oluşturulan eğim sınıfları haritası
Figure 6: The slope map of the research area with viewpoint of the transportation technics



Şekil 7: Araştırma alanının baki sınıfları haritası

Figure 7: The aspect map of the research area

Tablo 3: Araştırma Alanının Baki Sınıflarına Dağılımı

Table 3: The Aspect Analysis Results of the Research Area

BAKI (ASPECT)	ALANI (AREA) (ha)	ALANDAKİ ORANI (PROPORTION) (%)
Kuzey (N)	1188.17	13.50
Kuzeydoğu (NE)	775.47	8.81
Doğu (E)	1128.24	12.82
Güneydoğu (SE)	1134.15	12.89
Güney (S)	1142.67	12.98
Güneybatı (SW)	688.40	7.82
Batı (W)	928.45	10.55
Kuzeybatı (NW)	1532.33	17.41
Düz Alanlar (FLAT)	283.12	3.22
TOPLAM (TOTAL)	8801.00	100.00

4.1.3 Araştırma Alanında Yapılan Etüdler

Yol şebeke planının hazırlanması ile ilgili çalışmalara; mevcut yolların eğim, yol genişliği, kurb yarıçapı, sanat yapıları gibi özelliklerin tespiti ile başlanmıştır. Sözkonusu yollar, orman yolu inşaatında uygulanan standartlar çerçevesinde incelenmiştir. Yol güzergahlarının incelenmesi sırasında, plânlama çalışmalarında faydalanılmak üzere, civardaki arazi yapısı etüd edilmiştir. Bunlara ilave olarak ormanın durumu, üst yapı için kullanılmaya elverişli malzeme ocakları, köprü ve diğer sanat yapıları, açık ve çıplak alanlarla, heyelanlara elverişli kesimler incelenmiştir. Yol güzergahları ile ilgili kardinal noktalar arazi etüdüleri ile belirlenmiş ve 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğrili haritalara işaretlenmiştir.

4.1.4 Araştırma Alanındaki Mevcut Yolların Yol Şebeke Planına Dahil Edilmesi

Araştırma alanı sınırları içerisindeki orman yollarının tamamına yakın bir bölümü, alanda yapılan etüdler ve çalışmalar sonucunda bakım ve onarıma ihtiyaç gösterdiği belirlenmiştir. Bu yollarda drenaj eksikliğinden yer yer dolgular taşınarak yol genişlikleri daralmıştır. Ayrıca yol yüzeyleri sularla aşınmış, kenar hendekleri yol çevresinden gelen taşıntı materyalleri tarafından doldurulmuştur. 218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır.

4.1.5 Bilgisayar Ortamında Düzenlenen Orman Yol Şebeke Planında Uygulanan Eğimler ve Kurp Yarıçapları

Orman yol şebeke planında taşımanın prensip olarak yukarıdan aşağıya doğru yapılması esas alınmıştır. Orman yolları üzerinde emniyetle iniş aşağı taşıma için uygulanan boyuna eğimlerin %9'u aşmamasına özen gösterilmiştir. Ancak bu normal eğim oranı, çok zor arazi şartları ve teknik zorluklar karşısında istisnai olarak kısa mesafeler dahilinde (kayalık arazi ve dere yollarının son noktalarında) %12'ye kadar çıkarılmıştır. Taşıma yönünde ters eğimlere meydan verilmemesine dikkat edilmiştir. Bununla birlikte, komşu plan üniteleri arasında bağlantının kurulması, büyük arazi zorluklarının aşılması, kardinal noktalara temasın sağlanması, mülkiyet sorunu yaratılmaması gibi zorunlu hallerde ters eğim kullanılmıştır. Bu takdirde, en fazla 500 m içinde kalmak şartıyla %7'ye, daha uzun mesafelerde ise %6'ya kadar ters eğim uygulanmıştır. Ayrıca yol üstüne düşen yağmur ve kar sularının yol yüzeyine zarar vermeden uzaklaşabilmesini temin için orman yollarında asgari eğim %2 olarak belirlenmiştir.

Elverişli şartlarda kurp ve laselerde minimum yarıçap değeri $R=10$ m olarak uygulanmıştır. Ancak bu gibi durumlarda yol genişliğinin %80-100 oranında artırılması öngörülmüştür.

4.1.6 Orman Yol Şebeke Planında Uygulanan Yol Yoğunluğu ve Yol Aralığı

Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır. Amenajman planında ağaçlandırılacak sahalar toplamı ise 1725.5 ha olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının hektardaki ortalama serveti $188.78 \text{ m}^3/\text{ha}$ olup $250 \text{ m}^3/\text{ha}'\text{m}$ altındadır. Bu nedenle yol aralığının 1000 m, hektardaki yol yoğunluğunun 10 m/ha olması gerekmektedir. Sadece ağaçlandırılacak alanlar ve hektardaki servet gözönüne alınması durumunda, 1725.5 ha olan ağaçlandırılacak alanda 20 m/ha yol yoğunluğu itibarıyla 34+510 km, 5792.5 ha'da 10 m/ha yol yoğunluğu itibarıyla 57+925 km olmak üzere toplam orman içi yol uzunluğunun 92+435 km olması gerekecektir. Ancak arazinin

ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonu yapılmaması nedeniyle, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızalarının önlenmesi için yol aralığı 500 m-750 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 146+906 km ve yol yoğunluğu 19,54 m/ha olarak gerçekleşmiştir.

4.1.7 Orman Yol Güzergah Planlarının Hazırlanması

4.1.7.1 Orman Yol Güzergah Planlarının Klasik Yöntemle Hazırlanması

Araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli harita üzerinde seçilen ana kontrol noktaları (yolun baş ve son noktaları) arasındaki uygun güzergah belirlendikten sonra, bu iki nokta arasında belirlenen ortalama eğim ve bu eğime karşılık gelen pergel açıklığı ile daha önce belirtilen esaslar çerçevesinde sıfır poligonu geçirilmektedir. Yolun baş ve son noktaları arasında geçirilen sıfır poligonunun doğrultmaları yapıldıktan sonra kurplar yerleştirilmektedir. Güzergahın metrajı tamamlandıktan sonra boykesit ve enkesitlerin çizilmesinde dikkate alınacak profil noktaları (yol ekseninin eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar, yatay kurpların baş ve son noktaları vb.) belirlenerek yol güzergah planı hazır hale getirilmektedir. Daha sonra araziye çıkılarak planlanan yol güzergahlarının geçtiği yerler kontrol edilmekte, sorun çıkan güzergahlarda düzeltmeler yapılmaktadır.

4.1.7.2 Orman Yol Güzergah Planının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi

InROADS SelectCAD programının tasarım (Design-Horizontal Aligment) modülü ile, belirlenen ana kontrol noktaları arasındaki yol eksenini:

- Bir noktadan başlayıp mesafe ve açı belirtilerek,
- Noktaların koordinat değerleri klavyeden girilerek,
- Nokta numarası belirtilerek,
- İki nokta arasında gidilecek mesafe ve açı, fare (mouse) ile bilgisayar ekranında işaretlenerek

dört şekilde çizilebilmektedir.

Orman yol güzergahlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi yönteminde, araştırma alanının sayısal haritası üzerinde seçilen ana kontrol noktaları arasındaki güzergah ve dolayısıyla yol ekseninin çizilmesi, başlangıç noktasından itibaren aliymanların some noktalarının koordinatları ve ortalama eğimin (%P) klavyeden bilgisayara girilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen güzergahların doğrultmaları bilgisayar ortamında yapılmıştır. Güzergahların oluşturulmasından sonra InROADS SelectCAD uygulama programı tasarım modülü içerisindeki GEOMETRY başlığı altında CURVE komutu verilerek suretiyle güzergaha en uygun kurplar hesaplanmış ve yerleştirilmiştir. Elde edilen yol eksenleri üzerinde, boykesit ve enkesitlerin çizilmesinde dikkate alınacak profil noktalarının, başlangıç noktasına olan uzaklıkları bilgisayar ortamında yol eksenini üzerine yazdırılarak güzergah planı hazırlanmıştır. 218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır. Orman yollarının uzunlukları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Alanı Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Orman Yolları Uzunlukları
Table 4: The Length of the Forest Roads

YOL KOD NO (ROAD CODE)	GÜZERGAHIN ADI (THE NAME OF FOREST ROAD COURSES)	YOL UZUNLUĞU ROAD LENGTH km
218	Gavurharmanı Tepe – 218-2	0+900
218-1	Halittepe Altı – Çötencik Dere	10+986
218-2	Düzgökçe Ağaç Dere – Sarıyer Mah.	12+828
218-3	Üç Tepeler – 218-2	1+018
220	Şabanlar Mah. – Akdaş Dere	4+068
6	Kayabükü – Akçaharman Dere	11+900
7	Musluoğlu Mah. – İspaca Mah.	4+332
8	Gergenli Sırtı – Tavşanbişi Sırtı	6+600
12	Demirciler Mah. – Musluoğlu Mah.	3+817
13	Attan İnecek Tepe Altı- Ahlatlı Yayla	8+230
14	İkürduk Dere – Üç Köknar Tepe	2+330
15	Tavşanbişi Dere – 14	0+718
17	Kayrak Dere – Attan İnecek Sırtı	3+000
18	Kayrak Dere – Keklik Dere Üstü	1+824
20	Akçaharman Dere – Kayrak Dere Üstü	4+597
21	Kocaoğlu Mah. – Kayrak Dere	3+684
22	Mengen Çayı – Ağacalar Köyü	3+429
23	Dikmen Tepe – Çıraklar Mah.	3+121
24	Kayrakdere – Obrancık Sırtı	1+973
25	Sarıyusuf Mah. – Kavaklıdüzü Tepe	9+140
26	Bolu Çayı – Avdanaltı	9+430
27	Çakırlar Mah. – Ortaca	3+222
28	Karcinek – Delibayır Sırtı	3+620
30	Dipsiz Dere – Yılınlı Geriş Sırtı	2+252
31	Bolu Çayı – Sarıyusuf Mah.	6+200
32	Gökçesu – Köprübaşı	22+436
40	Dereköy – 31	0+485
41	Oruçoğlu Mah. – Bolu Çayı	0+766
	TOPLAM (TOTAL)	146+906

4.1.8 Boykesitlerin Hazırlanması

4.1.8.1 Boykesitlerin Klasik Yöntemle Hazırlanması

Yol eksenini boyunca düşey olarak geçirildiği düşünölen bir düzlemin araziye kesmesiyle elde edilen kesite boykesit (boyuna profil veya uzunluk profili) denir (TAVŞANOĞLU 1973). Boykesit çiziminde yatay ölçek genellikle vaziyet planının ölçeğine eşit, düşey ölçek ise bunun 10 veya 20 katı abartılarak alınmaktadır. Bilindiği üzere boykesitin çizilmesinde siyah hat (arazi hattı) kırmızı hat (tesviye hattı) olmak üzere iki hat sözkonusudur.

a) Siyah hattın çizilmesi

Boykesitin çizilmesinde, sunuş kısmının tabanını oluşturmak üzere baz hattı çizilir ve bu hattın sol başında başlangıç noktası işaretlenir. Bundan sonra güzergah planındaki yol eksenini boyunca, mevcut olan bütün profil noktalarının;

- Yol ekseninin, eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar
- Yatay kurplara ait baş ve son noktaları
- Hektometre ve kilometre noktaları
- Büz, menfez ve köprü gibi sanat yapılarının konulacağı noktalar
- Arazi yapısının (toprak, kayalık vb.) ve bitki örtüsünün (çayır, orman, funda vb.) yolun inşasını etkileyecek kadar değiştiği mesafelerin başladığı ve bittiği noktaların (TAVŞANOĞLU 1973; SEÇKİN 1984-c)

başlangıç noktasından olan uzaklıkları işaretlenerek ilgili yerlere yazılmaktadır. Yine bütün profil noktalarının kotları vaziyet planından alınarak, bu noktalardan baz hattına inilecek dikler üzerine düşey ölçeğe göre işaretlenmektedir. Böylece profil boyunca elde edilen bu noktaların doğrularla birleştirilmesi sonucu siyah hat (arazi hattı) elde edilmektedir (ŞENTÜRK 1992).

b) Kırmızı hattın çizilmesi

Boykesitte, yukarıda açıklandığı gibi siyah hat çizildikten sonra, kırmızı hattın geçirilmesinde, kırmızı hattın altında kalacak dolgu ve üstünde kalacak kazı alanlarının birbirini izleyecek şekilde olmasına ve kırmızı hattın ters eğimlere meydan vermemesine dikkat edilmelidir (ŞENTÜRK 1992). Bu esaslar çerçevesinde kırmızı hat geçirildikten sonra kırmızı hattın eğimi, kırmızı kotlar ve kot farkları hesaplanıp ilgili yerlerine yazılarak klasik yöntemle boykesitin çizimi tamamlanmaktadır.

4.1.8.2 Boykesitlerin Bilgisayar Ortamında Hazırlanması

Bilgisayar ortamında güzergah planı hazırlanmış olan yol ekseninin boykesitini, InROADS SelectCAD yazılımının Design modülü içinde önceden oluşturduğumuz araştırma alanına ait sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır. Bütün profil noktalarının (yol ekseninin eşyükselti eğrilerini kestiği noktalar, yatay kurplara ait baş ve son noktaları vb.) koordinat değerleri, sayısal arazi modeli ve InROADS SelectCAD yazılımı ile hesaplandığından; bu yöntemle siyah hattın (arazi hattının) elde edilmesi için, ölçekler belirlendikten sonra ana kontrol noktalarını tanımlamak yeterli olmaktadır. Klasik yöntemde olduğu gibi burada da yatay ve düşey ölçek tanımlandıktan sonra (yazılım içinde hazır bulunanlar da kullanılabilir), ana kontrol noktaları (B ve S noktaları) belirtilmektedir. Bu tanımlamadan sonra InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından PROFILE-CREATE PROFILE komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahın siyah hattı çok kısa bir sürede elde edilmektedir. Bu arazi hattının çizimi

mi tamamlandıktan sonra, kırmızı hat hangi noktalar arasında çizilecekse, bu noktalar fare (mouse) yardımıyla belirtilir ve kırmızı hat, belirtilen noktalar arasında çizilmekte ve eğimi hesaplanmaktadır. Kırmızı hattın çiziminde kazı ve dolgu alanlarının dengeli olarak dağılıp dağılmadığı çok hızlı bir şekilde yazılım tarafından verilebilmektedir. Siyah ve kırmızı hattın çizimi tamamlandıktan sonra, kırmızı ve siyah hattın kotları istenen aralıkta (yani her 5 m, her 10 m, her 50 m vb.) yazdırmak mümkün olmaktadır. Yazılım, tüm profil noktalarına ait değerleri verebilmektedir. Boykesitin tanıtım bölümünde yer alan ara mesafeler, kot farkı vb. bilgiler istendiğinde EVALUATION modülünde PLAN-PROFILE GENERATOR komutları kullanılmak suretiyle elde edilebilmektedir. Boykesitte düşey kurpların hesapları, bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. InROADS SelectCAD yazılımı içinde GEOMETRY modülü içinde EDIT VERTICAL ve DEFINE CURVE komutları kullanılmak suretiyle gerekli yerlerde düşey kurplar oluşturulmuştur.

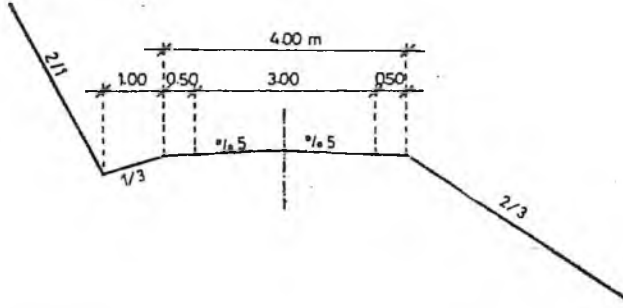
4.1.9 Enkesitlerin Hazırlanması

4.1.9.1 Enkesitlerin Klasik Yöntemle Hazırlanması

Yol eksenini üzerindeki kesitle ilgili profil noktasından, eksenin yatay izdüşümüne dik olarak geçirildiği düşünülen düşey düzlemin araziye kesmesiyle elde edilen kesite enkesit adı verilmektedir (TAVŞANOĞLU 1973). Genel olarak yol eksenine dik olarak alınan enkesitlerin uzunlukları, projenin durumunu tam anlamıyla belirtmeye yetecek kadar olmaktadır.

Enkesitler, bir yolda yapılacak kazı ve dolgu miktarlarını hesaplayabilmek amacıyla çizilmektedir. Boykesitte olduğu gibi enkesitler de siyah olarak çizilen arazi çizgisi ile tip enkesite uygun şekilde kırmızı olarak çizilen proje çizgisinden oluşmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere siyah çizgi inşa edilecek yol için yeterli genişlikte arazi kısmındaki durumunu gösterirken kırmızı çizgi inşaattan sonra ortaya çıkacak yol gövdesinin durumunu ortaya koymaktadır. Bir yol projesindeki enkesitler, boykesitteki bütün profil noktalarında, kısaca özetlenirse, siyah ve kırmızı çizgiyi oluşturan noktalarda, geçit noktalarında, kurpların baş ve son noktalarında alınmaktadır. Bunların dışında arazi örtüsünün (orman, funda, çayır vb.) ve arazi yapısının (toprak, küskülük, kaya) yol yapım masraflarını etkileyecek ölçüde değişiklik gösterdiği noktalarda da enkesitlerin alınması gerekmektedir. Bu gibi noktalar detaylı haritalardan da faydalanılarak veya doğrudan doğruya arazide yapılacak etüdlerle belirlenebilmektedir. Ayrıca yol ekseninin mevcut akarsu yatakları ile mevcut yolları kestiği veya bunların yakınından geçtiği yerlerle sahipli araziye girip çıktığı ve yakınından geçtiği noktalarda da enkesitlerin alınmasında yarar bulunmaktadır (BAYOĞLU 1996).

Güzergah planı ve boykesitte belirtilen profil noktalarında arazi hatları çizildikten sonra, arazi hattı üzerindeki eksen noktasından itibaren eksen çizgisi üzerinde, dolduru yüksekliği yukarı ve kazı derinliği aşağıya gelmek üzere kot farkları işaretlenmektedir. Daha sonra, bulunan bu noktaya uygulanacak orman yollarının standart enkesit şablonu (Şekil 8) ve yol orta noktası çakıştırılarak standart yol enkesitleri çizilmektedir.



Şekil 8: B tipi tali orman yolu standart enkesit şablonu

Figure 8: Stabilizer lined B category forest road standards

4.1.9.2 Enkesitlerin Bilgisayar Ortamında Hazırlanması

Bilgisayar ortamında güzergah planı hazırlanmış olan yol projesinin enkesitlerinin bilgisayar ortamında hazırlanmasında InROADS SelectCAD yazılımının Design modülü içinde önceden oluşturduğumuz araştırma alanına ait sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır.

Enkesit uzunluğu arazi hatınının daha iyi görülebilmesi amacıyla, güzergahın sağında ve solunda 40 m olmak üzere toplam 80 m olarak bilgisayara belirtildikten sonra; bilgisayar, araştırma alanımıza ait sayısal arazi modeli ve InROADS SelectCAD yazılımı yardımıyla, bütün profil noktalarının arazi hatlarını istenilen ölçekte çıkarmaktadır. Profil noktalarına ait enkesitlerin, arazi hatları çizildikten sonra; klasik yöntemde de kullanılan Şekil 8'deki B tipi tali orman yolu standart enkesit şablonuna ait uzunluk ve eğim değerleri bilgisayara girilerek, şablon tanımlanmaktadır. Standart enkesit şablonu bu şekilde tanımlandıktan sonra, bilgisayar başka bir ek bilgiye ihtiyaç duymadan, bilgisayar ortamında oluşturulmuş boykesitteki kot farklarını da dikkate alarak standart yol kesitlerini çizmektedir. Bu tanımlamadan sonra InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından CREATE CROSS SECTIONS komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahta enkesitler elde edilmiştir.

4.1.10 Kazı ve Dolgu Alanlarının Hesaplanması

4.1.10.1 Kazı ve Dolgu Alanlarının Klasik Yöntemle Hesaplanması

Bu yöntemde, enkesit alanlarının hesaplanmasında birçok metod kullanılmaktadır. Bunları, planimetre, tartı, kareleri sayma, koordinat, hesap, cetveller, grafik, çizimle ve paralellere bölerek kullanan metodlar şeklinde sıralayabiliriz. Yukarıda adları verilen yöntemlerden biri ile hesaplanan kazı ve dolgu alanları ilgili enkesitin altına yazılmaktadır. Kazı ve dolgu alanlarının hesaplanmasından sonra, birbirini izleyen iki profile; yani bir enkesitteki kazı alanıyla diğer enkesitteki kazı alanının ve bir enkesitteki dolgu alanıyla diğer enkesitteki dolgu alanının ortalaması alınarak bu iki enkesit arasındaki yatay mesafeyle çarpılarak, sözkonusu kesitler arasında kazılacak veya doldurulacak toprak hacimleri hesaplanarak ilgili tablonun sütunlarına yazılmaktadır.

4.1.10.2 Kazı ve Dolgu Alanlarının Bilgisayar Ortamında Hesaplanması

Bilgisayar ortamında çizilen enkesitlere ait tüm noktaların bilgisayar ortamında kazı ve dolgu alanlarının hesaplanabilmesi için, InROADS SelectCAD yazılımı içinde EVALUATION komutlarından VOLUMES komutu verilerek suretiyle istenilen güzergahta enkesitlerin kazı ve dolgu alanları elde edilmiştir. Enkesitlerdeki kazı ve dolgu alanları, yukarıda açıklandığı şekilde bilgisayar ortamında hesaplandıktan sonra yazılım birbirini izleyen enkesitlerdeki ortalama kazı ve dolgu alanlarını hesaplayıp, ilgili enkesitler arasındaki yatay mesafeyle çarpılarak kazı ve dolgu miktarlarını hacim olarak bulmaktadır. Enkesitlere ait hesaplanan kazı ve dolgu alan ve hacim değerleri tablo halinde bilgisayardan alınmıştır. Tablo 5'da planlanan tüm orman yollarının toplam kazı ve dolgu hacimleri verilmiştir. Buna göre toplam kazı hacmi 349 915.829 m³, toplam dolgu hacmi 312 479.4301 m³ olarak bulunmuştur.

Tablo 5: Araştırma Alanı İçin Planlanan Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Orman Yollarının Toplam Kazı ve Dolgu Hacimleri

Table 5: The Cut and Fill Volumes of Forest Roads of the Research Area

YOL KOD NO (ROAD CODE)	GÜZERGAHIN ADI (THE NAME OF FOREST ROAD COURSES)	YOL UZUNLUĞU (LENGTH OF THE FOREST ROADS) (km)	TOPLAM KAZI HACMI (TOTAL CUT VOLUMES) (m ³)	TOPLAM DOLGU HACMI (TOTAL FILL VOLUMES) (m ³)
218	Gavurharmanı Tepe – 218-2	0+900	993.2	521.35
218-1	Halittepe Altı – Çötencik Dere	10+986	22511.8	23596.3
218-2	Düzzökçe Ağaç Dere – Sarıyer Mah.	12+828	23697.6	19691.3
218-3	Üç Tepeler – 218-2	1+018	1355.434	953.182
220	Şabanlar Mah. – Akdaş Dere	4+068	5783.378	5171.725
6	Kayabükü – Akçaharman Dere	11+900	21228.6	18002.4
7	Musluoğlu Mah. – İspaca Mah.	4+332	6604.526	7233.65
8	Gergenli Sırtı – Tavşanbişi Sırtı	6+600	13964.95	13958.1
12	Demirciler Mah. – Musluoğlu Mah.	3+817	10928.43	7245.9
13	Attan İncecek Tepe Altı- Ahlatlı Yayla	8+230	15181.3	17688.75
14	İkurdük Dere – Üç Köknar Tepe	2+330	5020.835	5163.05
15	Tavşanbişi Dere – 14	0+718	1130.25	3515.55
17	Kayrak Dere – Attan İncecek Sırtı	3+000	5679.85	6686.3
18	Kayrak Dere – Keklik Dere Üstü	1+824	4221.5	3828.44
20	Akçaharman Dere – Kayrak Dere Üstü	4+597	9488.99	10000.4
21	Kocaoğlu Mah. – Kayrak Dere	3+684	9088.56	6233.91
22	Mengen Çayı – Ağaçlar Köyü	3+429	9754.17	7481
23	Dikmen Tepe – Çıraklar Mah.	3+121	6365.087	8163.465
24	Kayrakdere – Obrancık Sırtı	1+973	2887.734	2714.95
25	Sarıyusuf Mah. – Kavaklıdüzü Tepe	9+140	24165.45	21766.55
26	Bolu Çayı – Avdanaltı	9+430	22486.5	23752.1
27	Çakırlar Mah. – Ortaca	3+222	9060.74	6679.8
28	Karcınık – Delibayır Sırtı	3+620	6803.7	10202.47
30	Dipsiz Dere – Yılgınlı Geriş Sırtı	2+252	5413.12	2862.31
31	Bolu Çayı – Sarıyusuf Mah.	6+200	12735.2	10753.85
32	Gökçesu – Köprübaşı	22+436	90672.85	78684.6
40	Dereköy – 31	0+485	677.575	1572.75
41	Oruçoğlu Mah. – Bolu Çayı	0+766	2004.5	2289.42
	TOPLAM (TOTAL)	146+906	349915.829	312479.4301

4.2 Orman Yol Şebeke Planının İnşaat Mevsimi ve İnşa Süresi

Araştırma alanı yol şebeke planında belirtilen işlerden yeni yol inşaatı, büyük onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşaatlarının, amenajman planına uygun olarak 2001 yılında başlayarak 2015 yılına kadar 14 yıl içinde gerçekleştirileceği kabul edilmiştir. Planda yer verilen inşaatların yapım yılları Tablo 6'da gösterilmiştir. İklim şartları bakımından yol yapımı çalışmalarında yağışların yer aldığı Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında makinalardan her zaman yüksek verim sağlanamaz. Bu nedenle kış ayları süresince ve özellikle düşük yükseltilerde zemin şartlarının uygun bulunduğu ve yapım çalışmalarını yağışsız dönemlerde devam ettirmek ekonomik olacaktır.

Tesviye (Yeni yol yapımı) için yapım süresi	14 yıl
Büyük onarım için yapım süresi	14 yıl
Üst yapı (Stabilize kaplama) için yapım süresi	14 yıl
Muhtelif sanat yapıları için yapım süresi	14 yıl
Bakım ve onarım için yapım süresi	14 yıl'dır.

Tablo 6: Araştırma Alanı Orman Yol Şebekesi Yapım Programı

Table 6: The Construction program of the Road Network Plan the Research Area

İŞİN CİNSİ (WORK TYPE)	BİRİMİ (UNIT)	YILLIK PROGRAM (ANNUAL PROGRAM)	VII. PLAN 2001-2004	VIII. PLAN 2005-2009	IX. PLAN 2010-2015	TOPLAM (TOTAL)
Tesviye (Yeni yol) (New Road Construction)	km	8+365	33+459	41+823	41+823	117+106
Büyük Onarım (Major Repairs)	km	2+128	8+514	10+643	10+643	29+800
Üst yapı (Stabilize kaplama) (Pavement)	km	10+493	41+974	52+466	52+466	146+906
Muhtelif sanat yapısı (Forest Roads Structures)	km	10+493	41+974	52+466	52+466	146+906
Bakım-Onarım (Maintenance)	km	-	169+390	399+950	609+075	1178+415

218, 218-1, 218-2, 218-3 ve 220 kod nolu orman yolları, yol şebeke planına büyük onarım yapılması şartıyla dahil edilmiştir. Bu yolların güzergahlarında gerekli değişiklikler yapılarak yol şebeke planı içinde yer almıştır. Yol şebeke planını oluşturan yollarda yapılacak üst yapı çalışması için uygulanabilecek bir iş programı yapılmıştır. Üst yapı çalışması için gerçekleştirilecek iş aşamaları 7 başlık altında incelenmiştir. Bunlar; şantiyenin kurulması, reglaj, üst yapı malzemesinin taşınması, suyun taşınması, üst yapı malzemesinin serilmesi ve karıştırılması, sıkıştırma, diğer düzenleme işleri ve şantiyenin taşınmasıdır. Yapılan iş programında tüm işlerin 57 haftada bitirilmesi planlanmıştır.

4.3 Orman Yol Şebeke Planını Oluşturan Yolların Bakımı ve Onarımı

Araştırma alanı sınırları içinde mevcut olan orman yollarının tamamına yakın bir bölümü bakıma ihtiyaç göstermektedir. Bu yollarda drenaj tesisleri eksikliğinden yer yer doldurular yıkılarak yol genişlikleri daralmıştır. Ayrıca yol yüzeyi sularla yıkanmış, kenar hendekleri çevreden gelen taşıntı materyalleri ile doldurulmuştur. Bu nedenle yolların süratle iyi ve yeterli bir bakım altına alınması gerekmektedir. Mevcut yolların ilkbahar ve sonbahar aylarında incelenerek bakım ve onarımlarının yapılması ve bu amaçla kenar hendeklerinin yeniden açılması gerekmektedir. Genellikle yolların bakım işlerinin zamanında yapılmaması çok daha büyük masrafları gerektirmektedir. Hatta yolun ulaşımına kapanmasına neden olmaktadır. Ulaşımın aksaksız bir şekilde yürütülebilmesi için oluşturulan yol bakım ekibi tarafından yolların sürekli olarak bakım altında tutulması sağlanmalıdır.

5 yıllık kalkınma dönemlerinde toplam bakım yapılacak yol uzunluğu hesabı ile ilgili esaslar aşağıda verilmiştir.

$$x = 29+800 \text{ km} : 2001 \text{ yılı itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$y = 8+365 \text{ km} : \text{Yıllık yol yapım programı}$$

$$\text{VII. Plan Dönemi : Bakımı yapılacak yol uzunluğu} = 4x + 6y$$

$$\begin{aligned} \text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk} &= 4(29+800)+6(8+365) \\ &= 169+390 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\text{VII. Plan Dönemi : VIII. plan dönemi sonu itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$x_1 = x + 4y = 63+260 \text{ km}$$

$$\text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk:}$$

$$5(63+260) + 10(8+365) = 399+950 \text{ km}$$

$$\text{IX. Plan Dönemi : VIII. plan dönemi sonu itibariyle mevcut yol uzunluğu}$$

$$x_2 = x_1 + 5y = 105+085 \text{ km}$$

$$\text{Bakımı yapılacak toplam uzunluk:}$$

$$5(105+085) + 10(8+365) = 609+075 \text{ km}$$

Genel toplam 1178+415 km olarak bulunmuştur.

Tablo 7: Araştırma Alanında Bakım ve Onarımı Yapılacak Yolların Uzunluğu
Table 7: The Maintenance Work Program of the Forest Roads of the Research Area

5 Yıllık Plan Dönemi (The period of 5 Years Plan)	Yıllar (Years)	Bakım ve Onarımı Yapılacak Yol Uzunluğu (Length of the Forest Roads) (km)
VII	2001	29+800
	2002	38+165
	2003	46+530
	2004	<u>54+895</u>
		169+390
VIII	2005	63+260
	2006	71+625
	2007	79+990
	2008	88+355
	2009	<u>96+720</u>
		399+950
IX	2010	105+085
	2011	113+450
	2012	121+815
	2013	130+180
	2014	<u>138+545</u>
		609+075
GENEL TOPLAM (TOTAL)		1178+415

4.4 Araştırma Alanı İçin Hazırlanan Primer Transport Planı

Araştırma alanı için hazırlanan yol şebeke planından sonra, bölgede yapılacak bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılacak transport metodlarının belirlenmesi amacıyla primer transport planı hazırlanmıştır. Bu plan için öncelikle bölgenin eğim analizleri yapılmıştır. Daha önce Bölüm 4.1.2.1'de belirtildiği üzere bölgenin;

% 6.74'ünün	% 0-10
% 14.99'unun	% 11-20
% 24.17'sinin	% 21-33
% 27.39'unun	% 34-50
% 26.71'inin	% 51 ve üzeri

bir eğime sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Ancak daha sonra bu eğim sınıflarının aşağıda olduğu gibi iki sınıf altında birleştirilmesinin pratik bakımdan daha uygun olacağı düşünülmüştür (SAMSET 1957; STROMNES 1964):

A. Eğim < %33

B. Eğim > %33

bu sınıflamaya göre bölmeden çıkarma, yamaç eğiminin %33'e kadar olduğu orman alanlarında koşum hayvanları ya da mekanizasyon halinde tarım ve orman traktörleri (bu traktörlerin arkasına bir vinç monte edilmiş olması büyük yarar sağlayacaktır.) ile; %33'ten daha dik yerlerde ise kablo hatlarla yapılacaktır. Böyle bir sınıflama:

- Hayvanlarla, tarım ve orman traktörleri ile sürütme yapılabilir arazi (eğim %33'e kadar)
- Kablo hatlarla sürütme yapılabilir arazi (eğim % 33'ten fazla)

olarak da tanımlanabilir. Öte yandan bölge arazisinin eğim bakımından bu sınıflamaya göre ayırılması amacıyla InROADS SelectCAD yazılımıyla yapılan çalışmalar ise, tüm arazinin:

%45.89'unun < %33

%54.11'inin > %33

bir eğime sahip olduğu görülmüştür (Tablo 2). Dolayısıyla buradan, tüm arazinin %45.89'unda hayvanlarla ya da tarım traktörleriyle, %54.11'inde ise kablo hatlarla bölmeden çıkarma yapılması gerektiği sonucuna varmak mümkün olabilir. Yukarıda belirtilen eğim sınıflarına giren orman alanları Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Yukarıda da belirtildiği gibi eğimin % 33'ü aştığı orman alanlarında bölmeden çıkarmanın kablo hatlarla yapılacağı belirtilmişti. Bu yamaçlarda hangi tipte bir kablo hattının kullanılabileceğini belirlemek gerekmektedir. Bu amaçla, bölgenin kablo hat arazisi olarak tanımlanan kısımlarında mevcut ve planlanan yollar dikkate alınarak, yani bir yandan yamaç üzerindeki birbirine paralel yollar ve öte yandan sırtlara yakın yollarla sırtlar arasındaki mesafeler ölçülmüştür. Bu amaçla bilgisayar ortamında eğim değişim noktaları ve su bölümü çizgileri (dere, sırt vb.) belirlenmesi amacıyla bir analiz yapılmıştır. Bu analizden yararlanılarak belirlenen sırtlar bir harita üzerine işlenmiş ve bölge için hazırlanan primer transport planı hazırlanmıştır. Bu haritanın incelenmesinden varolan duruma göre, daha önce genel olarak bölge arazisinde kablo hatların kullanılması için ayırtdilen arazi kesiminde, halen uygulanmakta olan hayvanla sürütmenin yerini tamburlu tarım traktörleri, özel orman traktörleri ve kısa mesafeli vinçli hava hatları gibi mekanize taşıma yöntem ve biçimlerinin alması gerektiği anlaşılmıştır. Araştırma alanında uygulanacak taşıma yönüne gelince; hayvanlarla ya da tarım traktörleri ile taşımada, bir kural olarak hemen daima yukarıdan aşağıya doğru, kablo hatlarla taşımada ise, duruma göre, yukarıdan aşağıya doğru ya da aşağıdan yukarıya doğru veya her iki yönde olacak biçimde kabul edilmiştir. Hazırlanan primer transport planı gerektiğinde yazarından temin edilebilir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

2000'li yıllara girilen şu günlerde, gelişmiş ülkelerde bilgisayar yazılım ve donanımının kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler mekansal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir.

Birçok ülkede sayısal arazi modelleri (SAM) tekniği yerleşim ve endüstri bölgelerinin, hava limanlarının, otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaktadır. Sayısal arazi modellerinin oluşturulması ülkemizde henüz yeni bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer ülkelerde uzun yıllardır yararlanılan sayısal arazi modelleri otoyol, demiryolu ve orman yol şebekelerinin tasarım ve planlanmasında, son yıllarda ülkemizde de otoyolların planlanmasında başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Büyük bir bölümü dağlık bölgelerde bulunan ülkemizin orman yollarının plan ve proje çalışmalarında Sayısal arazi modeli ve bilgisayar yazılımlarının kullanılması para ve zaman bakımından yapılan harcamaları büyük ölçüde azaltacağı için, ekonomik ve mantıklı bir yaklaşım olacaktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırmalarda orman yollarının planlanmasında, sayısal arazi modellerinin kullanılmaya başlanmasıyla mil başına para ve personel harcaması bakımından büyük azalmaların olduğu ifade edilmektedir.

Orman yollarının plan ve projelerinin düzenlenmesinde, sayısal arazi modellerinin kullanılması ile bölgenin topoğrafik yapısını bilgisayar ortamında oluşturma olanağı olduğu için arazi çalışmaları azalacak ve yol projelendirmelerinde sözkonusu olan güzergah planları, boykesit ve enkesitlerin çıkarılması, kazı ve dolduru alanlarının ve hacimlerinin hesaplanması klasik yöntemle göre çok daha kısa bir zamanda ve çok daha az bir harcamayla yapılacaktır. Ancak bilgisayar ortamında sayısal arazi modellerinin oluşturulması ve bunların orman yollarının planlanmasında kullanılması herşeyden önce, gerekli yazılım ve donanımları olan uygun bir bilgisayar sisteminin varlığına bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle, gerekli yazılım ve donanımlara sahip bir bilgisayar sistemi kurulduktan sonra, çalışılacak sahanın büyüklüğüne ve yapılacak işin önemine göre, sayısal arazi modellerinin kullanılması uygun olacaktır. Sayısal arazi modelleri, güncelliğini yitirmemiş mevcut topoğrafik haritaların sayısallaştırıcılarla bilgisayar ortamına aktarılması ile, arazide uygun dağılım ve sıklıkta tesis edilmiş yer kontrol noktalarının işaretlenmesinden sonra, çekilen hava fotoğraflarının analitik stereoskopik aletlerle değerlendirilmesiyle, arazide çeşitli aletlerle yapılan ölçümler sonucunda, büyük alanlarda çalışma sözkonusu ise ve fazla duyarlılık istemiyorsa, uzaktan algılama verilerinin yazılımlarla değerlendirilmesi sonucu elde edilen sayısal veriler kullanılarak oluşturmak mümkün olmaktadır.

Ormancılıkla ilgili idari işlerin görülmesi, hammadde odunun taşınması, ormanda silvikültürel çalışmaların yapılması, orman koruması, özellikle orman yangınlarının ve böcek afetlerinin kontrol altına alınması amaçlarına hizmet etmek için inşa edilen orman yolları ile ulaşılması mümkün olmayan veya ulaşılması çok pahalı olan, dik ve dağlık bölgelerdeki ormanlardan elde edilen asli ürünün (tomruğun) ormandan çıkarılmasında, hava hatlarının kuruluş yerlerinin planlanması için gerekli olan arazi kesitlerini, bu sayısal verilerden oluşturulacak sayısal arazi modelleri yardımıyla çok kısa bir sürede çıkarmak mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de orman işletme şeflikleri ölçeğinde hazırlanan orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi amaçlanmıştır. İlk plan aşamasında, orman yol şebeke planlarının bir parçası olan orman yolları hakkında gerekli bilgiler, yol araziye aplike edilmeden önce elde edilmiş olup, Orman Genel Müdürlüğü'nün özel sektöre ihale ederek yapacağı orman yollarının kontrolünün doğru, hızlı ve zamanında gerçekleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda verilmiştir:

- Çalışmanın ilk bölümlerinde ülkemizdeki orman yolu yapım çalışmaları, araştırmada alanının kısa tanıtımı, orman yol şebekelerinin genel planlama esasları, orman yollarının planlanmasında gerekli olan temel esaslar, sayısal arazi modelleri, bunların oluşturulması, uygulama alanları ve bilgisayar ortamında sayısal arazi modelleri ile orman yollarının planlanması konuları incelenmiştir.

- Yol güzergahlarının etüdünde, planlama çalışmalarında faydalanılmak üzere, bölgedeki arazi yapısı incelenmiştir. Araştırma alanının 1/25000 ölçekli haritaları bilgisayar ortamında sayısallaştırılarak, sözkonusu alanın sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Çalışmaların bilgisayar ortamında yapılabilmesi için, AutoCAD R14, InROADS SelectCAD Version 7.6 ve ERDAS Imagine Version 8.4 yazılımları kullanılmıştır.
- Çalışmada, orman yollarının planlanmasında ve araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulmasında kullanılan InROADS SelectCAD yazılımının seçiminde, yazılımın Türkiye distribütörü olan Intergraph A.Ş'nin verdiği eğitim ve kullanım sırasında karşılaşılan sorunlara verilen desteğin olumlu olması, fiyat uygunluğu ve teknik üstünlükler büyük rol oynamıştır.
- Araştırma alanının sayısal arazi modelinin oluşturulması amacıyla gerekli olan referans noktaları, eşyükselti eğrilerinin sayısallaştırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Bu amaçla, araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli Bolu G-27-b-2 ve G-27-a-1 standart topoğrafik haritalardan her 10 m'de bir geçen eşyükselti eğrileri sayısallaştırıcı ve AutoCAD R14 temel grafik yazılımı aracılığıyla sayısallaştırılmıştır. Çalışmada, araştırma alanı bilgisayar ortamında 474292 nokta ile, oluşturulan sayısal arazi modelinde ise 110771 üçgen (triangle) ile temsil edilmiştir.
- Oluşturulan sayısal arazi modelinden yararlanılarak eğim ve bakı haritaları bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Eğim ve bakı haritalarından orman yol şebeke ve transport planlarının hazırlanmasında yararlanılmıştır. bölge arazisinin eğim bakımından bu sınıflamaya göre ayrıştırılması amacıyla bilgisayar ortamında yapılan çalışmalar ise, tüm arazinin %45.89'unun %33'den az, %54.11'inin %33'den fazla bir eğime sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla buradan, tüm arazinin % 45.89'unda hayvanlarla ya da tarım traktörleriyle, %54.11'inde ise kablo hatlarla bölmeden çıkarma yapılacağı sonucuna varmak mümkün olabilir (Tablo 1 ve 2).
- Mevcut amenajman planına göre araştırma alanının toplam alanı 8801 ha'dır. Bu toplam alanın 7518 ha'lık bölümü ormanlık sahadır. Amenajman planında ağaçlandırılacak sahalardan toplamı ise 1725.5 ha olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının hektardaki ortalama serveti 188.78 m³/ha olup 250 m³/ha'ın altındadır. Bu nedenle orman yolları arasındaki mesafe 1000 m, hektardaki yol yoğunluğunun 10 m/ha olması gerekmektedir. Buna göre sadece ağaçlandırılacak alanlar ve hektardaki servet gözönüne alınması durumunda 1725.5 ha'da 20 m/ha yol yoğunluğu itibariyle 34+510 km, 5792.5 ha'da 10 m/ha yol yoğunluğu itibariyle 57+925 km olmak üzere toplam orman içi yol uzunluğunun 92+435 km olması gerekecektir. Ancak arazinin ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle, orman ürünlerinin en ekonomik şekilde bölmeden çıkarılması, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 146+906 km ve yol yoğunluğu 19,54 m/ha olarak hesaplanmıştır.
- Orman yol şebeke planını oluşturan yolların tamamı bilgisayar ortamında etüd edilmiştir. Bilgisayar ortamında planlanan orman yol şebeke planını oluşturan tüm yolların kazı ve dolgu hacimleri Tablo 6'da verilmiştir. Primer transport planı üzerinde ana transport yönleri belirtilmiş olup ve araştırma alanında uygulanacak transport metodları gösterilmiştir.
- Projesi yapılan orman yol şebeke planında belirtilen işlerden yeni yol inşaatı, büyük

onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşalarının, 2001 yılında başlayarak 2015 yılına kadar 14 yıl içinde gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Buna göre yeni yol inşası, büyük onarım, üst yapı ve sanat yapısı inşaları için yapım programı oluşturulmuştur.

Sonuç olarak araştırma alanı için bilgisayar ortamında planlanan orman yol şebeke planını oluşturan yolların inşası tamamlanması ile ormanın her tarafına eşit şekilde ulaşabilme imkanı sağlanmış olacaktır. Böylece üretim, rekreasyon, ağaçlandırma ve yangınlarla mücadele çalışmaları kolaylıkla gerçekleştirilecektir. Orman yol şebeke planlarının bilgisayar ortamında düzenlenmesi ile bu planların daha hızlı, ekonomik ve doğru olarak yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

COMPUTER AIDED DESIGN OF FOREST ROAD NETWORK AND TRANSPORTATION PLANNING IN BOLU REGION

Ar. Gör. Dr. Murat DEMİR

Abstract

The computer software and hardware is extensively and effectively used especially in many countries world for the solution of complex problems. The facilities offered by the computer technology is used to a great extent in forestry also as in numerous other areas. With this purpose, the previous sections of this research includes a study of forest road construction activities in Turkey, the basic principles of planning forest roads, digital terrain models and forest road planning which were integrated in an applied sample at the district of Bolu. This study facts about the general forest road network and transportation planning are presented. Analysis of slope and aspects have been made by digitization of maps. The road network and the transportation planning of the forest have been done by using above mentioned analysis and the general facts.

SUMMARY

It is known that exploitation of forests in rough terrain is highly impacted by transportation facilities. Consistent exploitation and protection of forests; and making the direct benefits of forests available to the public, is primarily dependent on a well arranged road network and transportation plan for such forests.

The computer software and hardware is extensively and effectively used especially in the developed world for the solution of complex problems. The facilities offered by the computer technology is used to a great extent in forestry also as in numerous other areas. The accelerated development in computer software and hardware particularly during the last few decades, has made topical the use of such systems as a significant tool in the realisation of space analysis, planning, management and decision making.

Activities for the planning of systematic forest road networks were initiated in Turkey by the General Directorate of Forestry (OGM) in 1964; and the work was completed in 1974. 131630 km of which have been constructed as per the year 2000.

With the assistance of digital terrain models to be developed out of such digital data, it is possible to draw up land cross sections required to plan forest road constructions for serving the purposes of administrative forestry works, transportation of raw logs, forest protection, particularly keeping conflagrations and pest invasions under control; and to make projects for installation locations of aerial lines which are more economic for extracting the basic product (trunk) out of forests in steep areas and highlands, access of which is either impossible or highly expensive. Furthermore, slope maps developed out of digital terrain models are very useful in erosion detection activities which is highly significant for Turkey. With this purpose, the previous sections of this research includes a study of forest road construction activities in Turkey, the basic principles of planning forest roads, digital terrain models and forest road planning which were integrated in an applied sample at the district of Bolu.

Land structure at the district has been examined with the road course study, to utilise in the planning activities. Maps of the research area with a scale of 1/25000 have been digitized on the computer, and the digital terrain model of the area was created. AutoCAD R14, InROADS SelectCAD Version 7.6 and ERDAS Imagine Version 8.4 software has been used for the work. Slope maps were developed on the computer with the of digital terrain models.

According to the existing management plan, the total research area is 8801 ha, 7518 ha of which is woodland. Total area of afforestation has been designated as 1725.5 ha in the management plan. The average wood production per hectare of the research area is 188.78 m³/ha, Thus, forest roads spacing should be 1000 m, and road density should be 10 m/ha. Accordingly, with the consideration of only the areas to be afforested and the wood production per hectare, total length of forest roads has been calculated to be 92+435 km. given a road density of 20 m/ha at 1725.5 ha ($20 \times 1725.5 = 34+510$ km); and a road density of 10 m/ha at 5792.5 ha ($10 \times 5792.5 = 57+925$ km). However, due to the fact that the land and the flora is patched and scattered; and mechanical de-partitioning is not possible, road distance has been designated as 500-1000 m for purposes of the most economic extraction of forest products out of partitions; to shorten primary transport distances and facilitate the prevention of forest fires and pest invasions. Thus, total planned road length has been calculated as 146+906 km and road density as 19,54 m/ha. All roads included in the forest road network plan have been screened on the computer. Main transport courses; and transport methods to be implemented in the research area have been indicated on the primary transport plan.

It's been accepted to construct the existing and planned roads at stabiliser lined B category in secondary forest road standards. Out of the work designated in the forest road network plan and project, new road construction, major repairs, superstructure and road structures are planned to be realised within 14 years between 2001 and 2015. Construction work schedules have been developed according to the new road construction, major repairs, and superstructure and road infrastructures.

With the completion of works for the roads included in the forest road network plan, equal access will be ensured throughout the forest; thus facilitating the realisation of production, recreation, afforestation and fire fighting activities.

KAYNAKLAR

AYKUT, T., 1984: Orman Ürünleri Taşımacılığında Araç ve Teknikler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3246/370, İstanbul.

AYKUT, T.; ŞENTÜRK, N.; DEMİR, M., 1998: Cumhuriyetimizin 75.Yılında Orman Yollarının Durumu, Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23.Ekim.1998, İstanbul.

AYKUT, T.; DEMİR, M., 1999: Ormancılıkta Mekanizasyonun İstekleri, Koşulları, Faydaları ve Türkiye'de Üretim Mekanizasyonunun Durumu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 46, Sayı 1-2-3-4, Yıl 1996, İstanbul.

BAYOĞLU, S., SEÇKİN, Ö.B., 1981: Türkiye'de Orman Yolu Yapım Çalışmaları ve Sağladığı Yararlar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2883/307, Sayfa 235-244, İstanbul.

BAYOĞLU, S., SEÇKİN, Ö.B., 1984: Tarım Traktörleri ve Ormancılıkta Yararlanma İmkanları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 34, Sayı 1, Yıl 1984, İstanbul.

BAYOĞLU, S., 1996: Orman Nakliyatının Planlanması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No:3941/8, ISBN 975-404-438-4, İstanbul.

DEMİR, M., 1997: İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Yol Şebekesi ve Nakliyat Planlamasının Yapılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 46, Sayı 2, Yıl 1996, İstanbul.

DEMİR, M., 1999: Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Önemi ve Etkileri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 47, Sayı 1-2-3-4, Yıl 1997, İstanbul.

DEMİR, M., 2002: Bolu Mıntıkasında Orman Yol Şebeke ve Nakliyat Planlarının Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

DİE, 1998: Devlet İstatistik Enstitüsü Verileri, www.die.gov.tr, Ankara.

DMİ, 2001: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, www.meteor.gov.tr/webler/data/datamaster.htm, Ankara.

ERDAŞ, O., 1988: Orman Transport Tesis ve Taşıtları I-II, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 308, Trabzon.

HASDEMİR, M.; DEMİR, M., 1997: Orman Yollarının Planlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (GIS) Yararlanma Olanakları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 44, Sayı 3-4, Yıl 1994, İstanbul.

HASDEMİR, M.; DEMİR, M., 1998: Orman Yollarının Planlanmasında Bilgisayar Programlarından Yararlanma İmkanları, Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23.Ekim.1998, İstanbul.

HASDEMİR, M.; ÖZTÜRK, T., 1997: Orman Ana Tamirhanelerinin Kapatılması Yeniden Değerlendirilmeli, Orman Mühendisliği Dergisi, Sayı 6, Yıl 1997, Ankara.

- KOÇ, A., 1995: Bilgisayar Destekli Konusal Orman Haritalarının Üretimi ve Orman Bilgi Sisteminin Oluşturulması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- OGM, 1967: Orman Yollarının Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yönetilmesi Hakkında 202 Sayılı Tebliğ No: 8882, Ankara.
- OGM, 1984: Orman Yolları Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi, 202 Sayılı Tebliğ, Ankara.
- OGM, 1998: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Mengen Orman İşletme Müdürlüğü, Kayrak Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı, Ankara.
- SAMSET, I., 1957: Operational Conditions in the Telemark Forests, Nr. 48, Det Norske Skodforsokvesen.
- SEÇKİN, Ö.B., 1982: Orman Nakliyatında Yükleme ve Boşaltma İşleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2905/30-10, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-a: Türkiye'de Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüd Aplikasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 34, Sayı 1, Syf: 112-125, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-b: Orman Yolları ve Taşıtların Hareketini Etkileyen Faktörler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, Syf.: 70-91, İstanbul.
- SEÇKİN, Ö.B., 1984-c: Bir Orman Yol Projesinde Güzergah Planının Hazırlanması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, Syf.: 92-108, İstanbul.
- STROMNES, 1964: Terrain Classification in Forest District, IUFRO Montreal and Port Arthur.
- ŞENTÜRK, N., 1992: Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- TAVŞANOĞLU, F., 1973: Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:1744/182, İstanbul.
- TOPRAKSU, 1972: Batı Karadeniz Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No:273, Raporlar Serisi 500, Ankara.
- UMAR, F., YAYLA, N., 1986: Yol İnşaatı. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yayınlarından Sayı:1333, İstanbul.