

---

SERİ

**B**

CİLT

**44**

SAYI

**3-4**

**1994**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



# ORMAN YOLLARININ PLANLANMASINDA COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDEN (GIS) YARARLANMA OLANAKLARI

Doç. Dr. Mesut HASDEMİR<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. Murat DEMİR<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Bu çalışmada orman yollarının planlanmasında coğrafi bilgi sistemlerinden (GIS) yararlanma olanakları değerlendirilmeye çalışılmıştır. Her yıl 100 adet orman yol şebeke planının yapılması gerektiği ülkemizde de bir an önce coğrafi bilgi sistemlerine dayalı planların yapılması gerekmektedir. Çağdaş ormancılık hedeflerine ulaşabilmek için orman yol şebeke planlarının oluşturulması ve bu planların revizyonu sürecinde bir an önce uygun yazılımlar ile coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması zorunludur.

## 1. GİRİŞ

Plan, amaca ulaşmak için hangi işlerin, hangi sırayla, ne zaman ve nerede yapılacağını gösteren bir modeldir. Planlar alternatiflerin varlığına dayanır ve esas olarak bir kararlar topluluğudur. Her alanda birçok yararları bulunan planlar, optimal bir süreyi içerip geleceğe dönük olarak hazırlanırlar. Bu nedenle planlama eylemi, bir amacı gerçekleştirmek için en iyi davranış biçimini seçme ve geliştirme niteliğini taşıyan bilinçli bir süreçtir (TOSUN 1974). Bu açıdan bakıldığında planlama işlemi, ulaşılmak istenen amacın saptanması, bu amaca ulaşmak için uygulanabilecek alternatiflerin araştırılması ve bunlar arasından en uygun olanının seçilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Genel olarak planlama; bir taraftan çalışmanın amacını belirlemek, bir taraftanda bir çalışma için ihtiyaç duyulacak araç ve alınacak önlemlerin ortaya konmasını hedef almaktadır. Bir planın başarılı olabilmesi için öncelikle planın amaç ve görevinin açık bir şekilde ortaya konması gerekmektedir. Bununla ilgili olarak varılmak istenen sonucun, eldeki mevcut bilgilerin, yapılacak işlerin neler olduğunu, amaca ne zaman ve nasıl ulaşılacağı ile kullanılacak araçlardan nasıl yararlanılacağı gibi soruların cevaplarının ortaya konması gerekir.

Planın hazırlanması ve kullanılmasında elde edilecek yararlar çok çeşitlidir. Planlar dikkati amaca yöneltmek uzun vadeli düşünme alışkanlığı kazandırır. Geleceğin daha isabetle ve açık bir şekilde görülmesini sağlayarak zaman ve emek kaybını önler. Planlar, aynı zamanda rasyonel ve ekonomik hareket etme olanağı sağlamaktadır. Etkinliklerin birbirleriyle uyumlu olarak belli

<sup>1)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı Öğretim Elemanları.

amaçlara doğru yöneltilmesini sağlayarak daha rasyonel ilke, kural ve yöntemlerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (NEWMAN 1970; TOSUN 1974).

Planlama olgusunun bu önemine karşın, ülkemiz ormanlarının işletmeye açılması amacıyla yapılan orman yolları uzun bir süre plandan yoksun olarak tesis edilmiştir.

Bu nedenle planlı orman yol yapım çalışmalarının başladığı, 1960'lı yılların başlarına kadar Türkiye ormancılığında izlenen yol yapım politikası; mevcut ormanların rasyonel olarak işletmeye açılması şeklinde olamamış, daha çok günlük gereksinmelerin karşılanması amaçlanarak, güzergahların seyri, uygulanması gereken maksimum ve minimum eğim değerleri vb. teknik ve bilimsel gereklerle yeterince önem verilmeksizin çabuk, kolay ve ucuz orman yolu yapımı şeklinde gelişmiştir.

Bu politika; devamlılık ve çok yönlü yararlanma gibi temel ormancılık ilkelerine aykırı olarak, plansız ve birbirleriyle bağlantısı olmayan yolların ülke ormanları içinde yer almasına neden olmuştur. Ancak, planlı dönem olarak adlandırılan 1964-1974 yılları arasında yapılan orman yol şebekelerinde sadece prodüktif (verimli) ormanların işletmeye açılmasının amaçlanmış olması, baltalık ve bozuk ormanlarda yapılacak üretim ve ağaçlandırma çalışmaları ile yangınla mücadele çalışmalarının gözönünde tutulmamış olması bu planların da revizyonunu gerektirmiştir. Öyle ki, önceleri sadece prodüktif orman alanları dikkate alınarak hesaplanan ülkemiz orman yolu gereksinimi 144 425 km iken çağdaş orman işletmeciliğindeki gelişmeler gözönünde bulundularak yapılan hesaplamalarda bu miktar 245 208 km olarak belirlenmiştir (OGM 1984).

Ülke ormanlarının rasyonel bir şekilde işletmeye açılması için 1992 yılı itibarıyla ancak % 60'ı tamamlanmış olan orman yollarının en kısa zamanda planlanması ve inşaatlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. 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 artırmaktadır. Kısaca, orman yol şebeke planlarının çağdaş planlama ilke ve yöntemlerine göre yapılmış olması gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada, önce mevcut planlama yöntemleri kısaca ele alınmış ve daha sonra bilgisayar ortamında geliştirilen coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından yararlanma olanakları üzerinde durulmuştur.

## 2. TÜRKİYE'DE ORMAN YOLLARININ PLANLANMASINDA MEVCUT PLANLAMA YÖNTEMLERİ

Bir planın başarısı şüphesiz uygulanan planlama yönteminin uygunluğu ile mümkündür. Bir başka ifade ile planlamada amaçlanan hedeflere ulaşabilmek için uygulanan yöntemin; belirlenen bu amaçlara uygun, emniyetli, ekonomik ve seri bir şekilde gerçekleştirebilecek nitelikte olması gerekmektedir.

Orman yol şebekelerinin oluşturulmasındaki amaç ise; bir orman ünitesini çağdaş ormancılık işletmeciliği anlayışına göre işletmeye açmaktır. Bu nedenle işletmeye açılacak olan orman ünitesinin öncelikle bir işletme planının bulunması gerekmektedir. Bu işletme planında belirlenen ilkeler planlamada uygulanacak yöntemin hareket noktasını oluşturmaktadır.

Bir ormanı işletmeye açacak olan yol şebekesinin planlanmasında gözönünde tutulacak temel prensip; verime bağlı olarak ormanın her tarafına eşit şekilde ulaşma imkanının sağlanmasıdır. Ülkemizde esas olarak amenajman planı verilerinden büyük oranda yararlanılarak tesis edilen genel orman yol şebekelerinin oluşturulmasında uygulanan yöntem aşağıda sırası ile kısaca açıklanmaktadır.

### 2.1 İlk Etüdler

Orman yol şebekelerinin planlanmasında, ülkemizin hemen bütün orman bölgeleri için tamamlanmış olan 1/25000 ölçekli ve eşyükselti eğrili haritalar kullanılmaktadır. Hiç işletmeye açılmamış veya kısmen açılmış bir orman için yol şebekesi planlamasına başlarken öncelikle 1/25000 ölçekli harita üzerinde arazinin transport bakımından arzettiği durum dikkatle etüd edilir. Havzada transportun hangi yöne doğru yapılacağı, ormandaki hakim ağaç türleri ve servet durumları, önemli kavşak noktalarının yerleri büroda gözden geçirilir. Aynı harita ile araziye çıkılarak muhtemel güzergahların yerleri ve güzergahın uğraması gereken kardinal noktalar (ana kontrol noktaları, mücbir noktalar, esas noktalar) belirlenir. Bu noktalar yolun baş ve son noktaları, köprü ve menfez yerleri, kavşak noktaları, boyun noktaları, depo ve istif yeri olarak kullanılmaya elverişli noktalar ve ormancılık hizmetleri yönünden ulaşılması gereken diğer noktalardır.

Ayrıca güzergahın geçirilmesi için elverişli olmayan kayalık, baltalık ve çürük ya da sahipli arazi kısımları gibi negatif kardinal noktalarla, güzergahların uğraması zorunluluğu olan yukarıda belirtilen köprü ve menfez inşasına elverişli pozitif kardinal noktalar etüd edilir. Bu etüd ne kadar iyi yapılırsa harita üzerinde çalışma yapılırken zaman zaman tekrar araziye çıkma zorunluluğu ortadan kalkar ve çalışmalar daha hızlı sonuçlanır.

### 2.2 Transport Sınırının Belirlenmesi

Arazide yapılan ön etüdler tamamlanınca büroda ve harita üzerinde ilk olarak işletmeye açılması düşünülen ünite ve ünitelerde ana taşıma yönleri ve transport sınırları belirtilir. Bu amaçla, planlama yapılacak orman sahasındaki dereler ve sırtlar işaretlenir. Transport normal olarak yukarıdan aşağıya doğru yapılacağı için planlama ünitesini oluşturan her havzada ana derenin akış yönü transport yönünü gösterir. Ayrıca komşu havzaları ayıran su bölümü çizgileri transport sınırını oluşturur.

### 2.3 Harita Üzerinde Yol Şebekesinin Geçirilmesi

Harita üzerinde teknik yönden şebeke içinde yer alabilecek yollar ve transport sınırı belirtildikten, arazi etüdları sırasında tespit edilmiş olan pozitif ve negatif kardinal noktalar işaretlendikten ve ayrıca ormanın servet durumu ile ilgili notlar alındıktan sonra iki ucu sivri ve açıklığının kolaylıkla değişmemesi için tercihen ayar vidalı bir ölçü pergeli yardımı ile güzergahların etüdüne başlanır. Bu amaçla önce aralarına bir güzergah geçirilmesi istenen iki esas nokta arasındaki mesafe ve kot farkı yardımı ile uygulanacak eğim:

$$\% P = H / L \cdot 100 \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Bu eğimlerin harita üzerinde uygulanması için bu eğime uygun olan pergel açıklığı:

$$x = h / p \cdot 100 \cdot 1 / n \quad \text{formülü ile tayin edilir.}$$

Her iki formülde de, L bu iki nokta arasındaki yatay mesafeyi (m), H kot farkını (m), 1/n harita ölçeğini, h iki eşyükselti eğrisi arasındaki kot farkını (m) ifade etmektedir.

Kurpların uygulanması ile meydana gelecek kısalmalar sonucunda eğim yükselmelerini önlemek için % 5'in üzerindeki eğimlerin pergel açıklıklarına % 10'luk bir ilave yapılır. Farklı eğim değerlerine göre uygulamada kullanılan pergel açıklıkları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1:** 1/25000 ölçekli harita farklı eğimler için hesap edilen pergel açıklığı değerleri

EĞİM (%)	PERGEL AÇIKLIĞI (cm)	EĞİM (%)	PERGEL AÇIKLIĞI (cm)
2.0	2.00	6.0	0.66
2.5	1.60	6.5	0.62
3.0	1.33	7.0	0.57
3.5	1.14	8.0	0.50
4.0	1.00	9.0	0.44
4.5	0.88	10.0	0.40
5.0	0.80	11.0	0.36
5.5	0.72	12.0	0.33

Güzergah etüdları sırasında çok eğimli arazilerde hemen bütün pergel açıklıkları parçalara bölünmek suretiyle güzergahın araziye uyması sağlanmalıdır. Bu enterpolasyon yapıldığı takdirde güzergahların araziye geçirilmesi sırasında önemli bir değişikliğe gerek kalmayacaktır.

Harita üzerinde yapılan güzergah etüdlarinde ormanın eşit şekilde işletmeye açılmasını sağlayabilecek çeşitli çözümler etüd edilir ve bunlardan eğim, uzunluk, inşa masrafları ve ormanın gelecekte alacağı duruma bağlı olarak alternatiflerden en uygun olanı seçilir. Bununla ilgili olarak orman yol şebeke planlarının yapımında takip edilebilecek iş akışı diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Örnek olarak hemen hemen aynı karakterdeki arazi kısımlarından geçen yollardan meydana gelen iki çözüm şeklinde eğimleri daha elverişli olan tercih edilir. Son olarak haritada yapılmış olan ve şebekeyi oluşturan yolların üzerine kod numaraları yazılır ve her yolun uzunluğu pergel yardımıyla ölçülerek bir cetvel halinde kaydedilir.

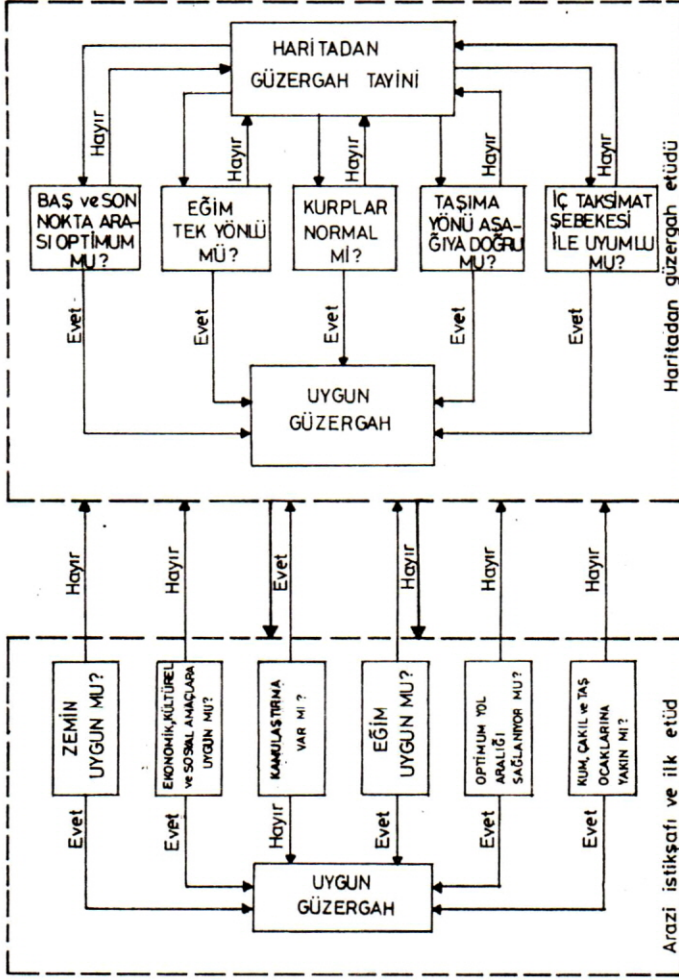
Bir orman yol şebekesinin yukarıda açıklanan mevcut yöntemle oluşturulmasında bazı önemli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bunlar;

- Her yıl yapılması öngörülen 100 adet şebeke planı için yeterli kadro temin edilememektedir. Oysa bu büyüklükte planlamanın seri bir şekilde yapılıp ülke ormanlarının bir an önce yol şebeke planlarına kavuşturulması zorunludur.

- Uygulanan yöntemde pergel yardımıyla sıfır hattının geçirilmesi sonucunda zaman zaman haritayla arazi arasında bir takım uyumsuzluklar görülmektedir. Bu durum özellikle dik arazilerde daha fazla oluşmaktadır.

- Güzergahın geçirilmesinde dik arazilerde enterpolasyonun yapılması çoğunlukla mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla toprak hacim hesaplamalarında yanlışlıklara neden olmaktadır. Bu ise yol inşa maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda alternatif güzergahlar arasında seçimin sağlıklı yapılamaması sonucunu doğurmaktadır. Zamandan tasarruf amacıyla çoğunlukla birden fazla alternatif güzergah geçirilememektedir.

- Özet olarak; yol şebeke planlarının çağdaş ormancılık ilkeleri ışığında daha seri, doğru ve araziye uygun şekilde bir an önce tamamlanması için yeni, çağdaş yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.



Şekil 1: Güzergah etüdüdeki iş akışı diyagramı (DOĞAN 1977'den değiştirilerek)

### 3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ'NİN (GIS) ORMAN YOLLARININ PLANLANMASINDA KULLANILMA OLANAKLARI

2000'li yıllara girilirken, batılı ülkelerde coğrafi bilgi sistemleri ve mekansal veri tabanları kullanımı büyük ölçüde yaygınlaşmakta, karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüz bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, birçok sahada olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle son yıllarda coğrafi bilgi sistemi ile ilgili yazılım ve donanımlarda 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 işletmesinde coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanılması kaçınılmaz bir durum olmaktadır (KOÇ 1993).

Coğrafi bilgi sistemlerinin bu denli gelişme göstermesinin nedenleri şöyle sıralanabilir;

- Uygulamada kullanılan bilgisayar ve donanım maliyetleri hızla düşerken, hız, kapasite ve yetenekleri inanılmaz derecede artmaktadır.

- Coğrafi bilgi sistemi teknolojisinin karmaşık problemlerin çözümündeki başarısı ve verimliliği önemli ölçüde artmıştır. Coğrafi bilgi sistemi yazılımlarının etkinliği artarken, kullanım kolaylığı özellikleri nedeniyle, bilgisayar uzmanı olması gerekmeyen daha geniş kitlelere yayılması sağlanmıştır.

### 3.1 Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi

Elektronik teknolojisinde 1940'lı yıllarda görülen önemli gelişmeler, coğrafi bilgi sistemlerinin doğmasına yardımcı olmuştur. Coğrafi bilgi sisteminin gelişmesinde coğrafya uzmanlık dalının doğrudan bir etkisi olmadığı görülmektedir. Bu sistem 1960-1970'li yıllarda mimarlar, şehir ve kırsal bölge planlayıcıları tarafından özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiştir (DOLLINGER 1989).

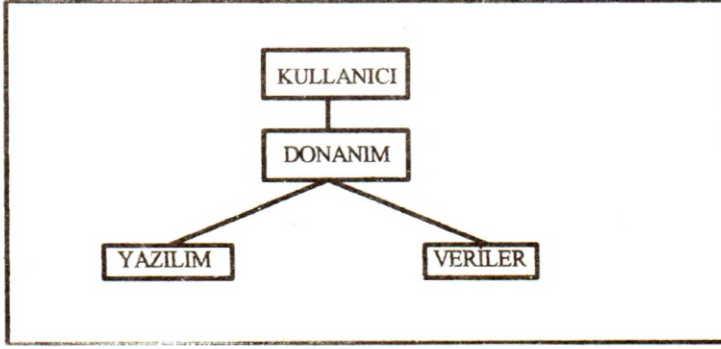
Tarihi süreç içerisinde 1960'lı yıllarda A.B.D.'de M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) tarafından sayısal arazi modellerinin oluşturulması ve sayısal arazi modellerinin ilk defa yol güzergahlarının planlanmasında kullanıldığı görülmektedir. Bu zaman periyodunda Kuzey Amerika'da coğrafi bilgi sistemi kavramı; büyük bilgisayarlarda ve mini bilgisayarlarda, coğrafi özellikleri toplamak amacıyla farklı verileri sayısal haritalar yardımıyla çakıştırabilme yöntemi olarak anlaşılmıştır. Ancak, bu merkezi çözüm yalnız büyük devlet kuruluşlarının resmi daireleri tarafından ormancılıkta, doğal kaynakların dökümantasyonunda, topoğrafik haritaların üretiminde, mekan planlamalarında, askeri amaçlı çalışmalarda ve araştırmalarda kullanılmıştır (KOÇ 1995).

Mekansal bir veri tabanının oluşturulması için ilk girişim 1963 yılında Kanada tarafından başlatılmış olmasına karşın bir Kanada Coğrafi Bilgi Sisteminin oluşturulması ve üretime sokulması 1971 yılında gerçekleşmiştir. Bu özelliği ile Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi bilinen ilk coğrafi bilgi sistemi olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber 1980'li yıllarda coğrafi bilgi sisteminde yeni bir dönem açılmıştır. Ağ bilgi sistemi, mekan bilgi sistemi ve çevre bilgi sistemi gibi sistemler bu dönemde tasarlanmış ve oluşturulmuştur. Toprak Bilgi Sistemi, Jeolojik Bilgi Sistemi, Ekolojik Bilgi Sistemi vb. diğer kavramlar bu dönemde gelişmiş ve uygulanmıştır. 1990'lı yıllarda coğrafi bilgi sisteminin gelişimi daha da hız kazanmıştır. Geride kalan zaman içerisinde genellikle vektör oryantasyonlu coğrafi bilgi sistemleri geliştirilmiştir. Bu aşamada özellikle karma (hibrid) coğrafi bilgi sistemine gidişi sağlayan, resim verilerinin sisteme entegrasyonuna geçilmiştir. Bu durum zorunlu olarak geometrik ve aynı şekilde sorgulama olanaklarının geliştirilmesine neden olmaktadır (KOÇ 1995). Yukarıdaki tarihsel gelişme sonucunda bugün coğrafi bilgi sistemi gereğini kanıtlayarak birçok alanda yerini almıştır.

### 3.2 Coğrafi Bilgi Sistemi'nin (GIS) Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemi, coğrafi bilginin toplanması, bilgisayar ortamına girilmesi, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve gösterimi amacıyla biraraya getirilmiş bilgisayar donanımı, yazılım, personel ve coğrafi bilgilerden oluşan bir bütündür.

Bugünkü anlamda coğrafi bilgi sistemi, grafik veriler ve grafik olmayan anlamsal verilerin birlikte işlenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanır. Grafik veriler vektörel formda olabildiği gibi, hibrid (karma) coğrafi bilgi görüntü verileri (raster form) ile de temsil edilebilir. Böylece bir coğrafi bilgi sistemi, çok sayıda üç boyutlu verinin ve bu verilere ait öz niteliklerin toplanması, yönetimi ve analizini kullanıcılara sunacak şekilde düzenlenmiş bilgisayar donanımı ve yazılımına ilişkin bir sistem olarak ortaya çıkmıştır (GUPTIL 1989; KAMMERER / SCHILDER / SONNE 1988). Böyle bir coğrafi bilgi sisteminin genel yapısı ve elemanları Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: Bir coğrafi bilgi sisteminin elemanları (BILL/FRITSCH 1991).

Coğrafi bilgi sistemi, yeryüzünün belirli bir bölümünü tarif eden bilgilerin toplanması, yönetimi, bağlanması ve birden fazla konunun değerlendirilmesini olanaklı hale getiren bilgisayar destekli bir sistemdir (BARTELME 1990).

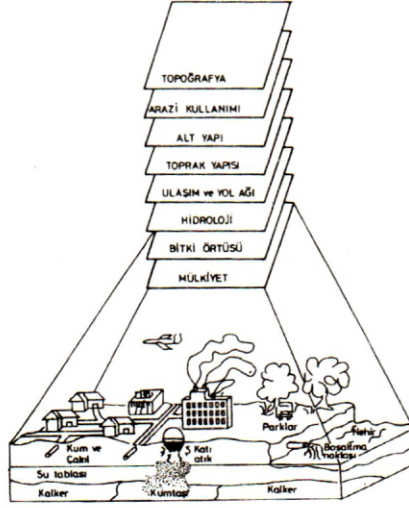
Coğrafi bilgi sisteminin tanımı, alışılmış olarak dört bileşenli bir modele dayanmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi, mekansal bilgilerin;

- Toplanması
- Depolanması
- Gösterimi
- Analizi

işlemlerini gerçekleştiren bir sistemdir. İlk üç bileşene haritalama sistemlerinde veya CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım, Computer Aided Design) sistemlerinde de rastlanırken, sisteme entegre edilmiş ve veri modelinin desteklediği analiz kabiliyeti var ise, bu özellik sistemi tam olarak bir coğrafi bilgi sistemi gücüne ulaştırmaktadır. Tanımlama bu açıdan geliştirilebilir ve denilebilir ki, ilk üç bileşen yalnızca dördüncü bileşenin (veri analizi) olanaklı hale getirilmesine hizmet etmektedir (BILL 1990).

Coğrafi bilgi sistemlerinde coğrafi objeler geometrik özellikleri yanında tematik (konusal) özellikleri ile de tanımlanmaktadır. Bu modelin temelinde her biri nehirler, yollar, jeolojik oluşumlar, orman türü, yerleşim gibi coğrafi bilgiler ve özelliklerden oluşan verilerin birbirinden bağımsız olarak tanımlanmış tabaka ve boyutlar bulunmaktadır (Şekil 3) (SÖĞÜT / TANKUT 1990).





**Şekil 3:** Bir coğrafi bilgi sistemi birçok mekansal bilgi katmanını bir veri tabanında bulundurabilmektedir (SÖĞÜT/TANKUT 1990)

### 3.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar

Coğrafi bilgi sistemlerinin bir bilgi sistemi oluşu ve bu bilgilerin coğrafi bilgilere mükemmel bir şekilde bağlanabilmesi gibi özellikleri, dünyada çok değişik alanlarda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Şehir planlarının yapılmasında, arazinin değerlendirilmesi ile birlikte arsa bedellerinin arazideki ve şehirdeki konumuna göre bedellerin belirlenmesinde, en kısa ve trafiğin en az yoğun olduğu yolların bulunmasında ve yerlerinin tayininde, taşımacılıkta otoban yollarının planlanmasının yanı sıra trafik yoğunluğuna göre etkili yol ve cadde planlarının yapılmasında, içme suyu kaynaklarının arazide tespitinde, nüfus yoğunluklarının ve nüfus artış oranlarının belirlenmesinde, şehirlerde suç ve hastalık dağılımlarının belirlenmesinde vb. birçok alanda coğrafi bilgi sistemleri kullanılabilir (KÖSE / BAŞKENT 1993).

### 3.4 Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılabilecek Bilgisayar Yazılımları

1960'lı yıllarda A.B.D.'de M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) tarafından sayısal arazi modellerinin oluşturulduğu ve sayısal arazi modellerinin ilk defa yol güzergahlarının planlanmasında kullanıldığı yukarıda da belirtilmiştir. Coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli özelliklerinde biri, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir araç olmasıdır. Bu özellik coğrafi bilgi sisteminin analiz ve sorgulama yeteneğinden ortaya çıkmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi ve bu bazda oluşturulan bir orman bilgi sistemi kullanılarak basit ve karmaşık birçok sorgulama ve coğrafi analizler gerçekleştirilebilmektedir. Orman bilgi sisteminin (ORBIS) bu özelliklerinin kullanılmasıyla gerek işletme bazındaki planlama, yönetim ve karar verme aşamalarında, gerekse ülke genelindeki global pazarlama ve ormancılık politikalarının belirlenmesinde önemli bir yardımcı araç olarak hizmet edecektir. Diğer taraftan veri tabanındaki bilgiler, örnek olarak orman yollarının bilgisayar destekli olarak planlanması gibi olanakları da ortaya koyacaktır (KOÇ 1995).

Bu çalışmada ilk olarak incelediğimiz ESRI firmasının ARC/INFO yazılımı, bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı olarak en yaygın kullanılan yazılımlardan biridir. ARC/INFO bir hidrid coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır. Temel GIS yazılımı olarak sunulan paket içerisinde Starterkit, Arcplot, Arcedit, Overlay, Network ve Data Conversion alt yazılımları bulunmaktadır. Bu alt

yazılımlar içinde bulunan Network modülü, interaktif ağ analizi ve simulasyon işlemlerine olanak tanımaktadır. Araç trafiği ile ilgili hesapların yapılması, optimal yerin bulunması, belirli bir sahanın sınırlandırılması, bir noktadan başka bir noktaya giden uygun güzergahın bulunması gibi işlemler bu modül ile gerçekleştirilebilmektedir (KOÇ, 1995).

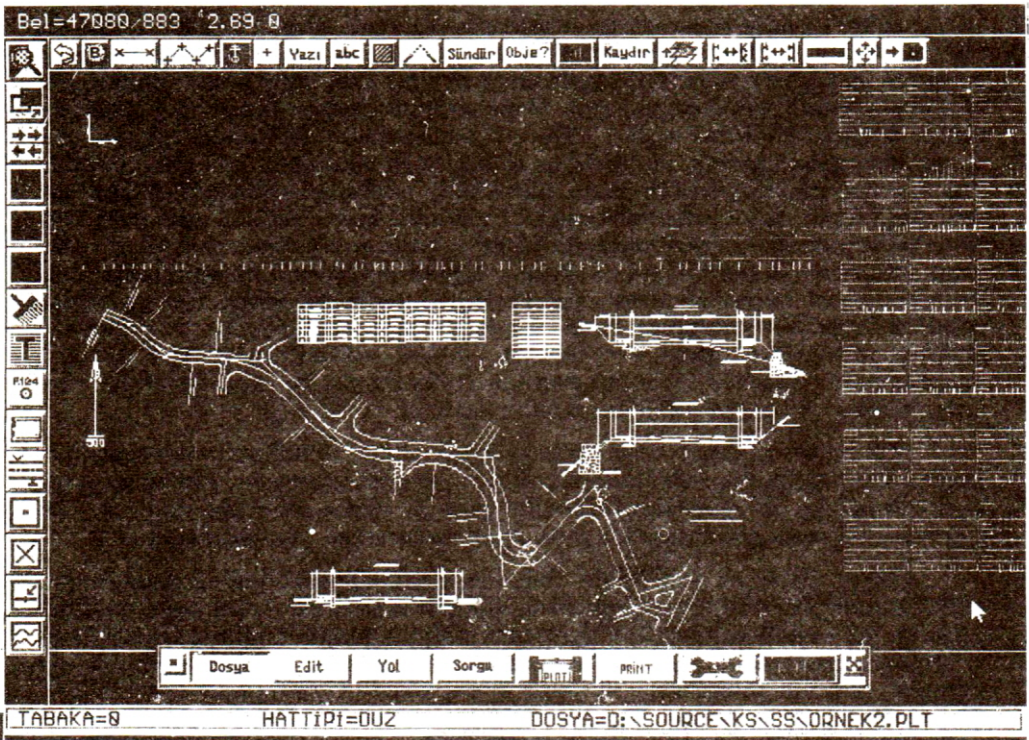
İkinci olarak İnfomatik firmasının MOSS, GENASYS, GENARAVE, PCI (Uzaktan algılama), ARC + (mimarlık yazılımı) yazılımları incelenmiştir. Bir sayısal arazi modelleme yazılımı olan MOSS, mühendislik yapılarının büyük bir kısmında ilk dizayn aşamasında alternatif çözümler bulabilmektedir. Bu programla; değişik çözümler hızla üretebilmekte, bu çözümler teknik ve mali açıdan değerlendirilebilmektedir. Aynı zamanda oto yollar, orman yolları, karmaşık kavşaklar, enerji yapıları, tüneller, barajlar gibi mühendislik yapılarının arazi üzerinde jeolojik, jeofizik etüdlerle planlanması, öncelikle mevcut araziye ve jeolojik yüzeylere ait bilgilerin hassas bir biçimde elde edilmesi, korunması ve kullanılması mümkün olabilmektedir. MOSS sistemi özellikle karayolu, kompleks yol geçişleri, baraj ve sulama projeleri, kanalizasyon boru hatları, demiryolu, hava alanı, madencilik ve şehircilik projelerinde çok önemli bir düzeye ulaşmıştır.

GENASYS programı ise, tüm iki ve üç boyutlu coğrafi alanlarının mühendislik, teknik alt yapı ve yönetim bilgilerinin koordine edilmesinde kullanılabilir. Çevresel planlama-modelleme-izleme, yerel ve merkezi yönetimler, askeri haber alma, doğal kaynak yönetimi, acil hizmetler, belediye uygulamaları, alt yapı ve benzeri alanlarda çözümler sunmaktadır. GENASYS yazılımı altındaki GENAMAP modülü "COGO, Digitizing, Spatial and Network Analysis" gibi uygulamalar yapılabilmektedir. Bu sayede yol planlarının projelendirilmesi, yol güzergahlarında kazı ve dolgu hesapları yapılabilmektedir. GENARAVE modülü ise özellikle bilgi yoğunluğu fazla olan 1/25000 ölçekli paftaların ve değişik boyutlardaki harita, fotoğraf, teknik resim veya dökümanların scanner (tarayıcı) vasıtasıyla bilgisayar ortamına aktarılarak raster veya vektör olarak arşivlenmesi ve gerektiğinde yine bilgisayar üzerinde değiştirilerek çiziciden (plotter) çıktı alınmasına olanak tanıyan bir sistem olup, bu bilgileri çeşitli formatlarda, tüm CAD/CAM sistemleri ile birlikte kullanımına imkan vermektedir. Ayrıca GENACELL ve GENATIN modülleri yardımıyla da hacim hesapları eğitim ve bakı analizleri, sayısal arazi modelleri yapılabilmektedir. Bunun dışında vektör bilgilerin üç boyutlu yüzeyler, hava fotoğrafları veya yuvarlak görüntüleri ile birleştirilmesi imkanını sağlamaktadır.

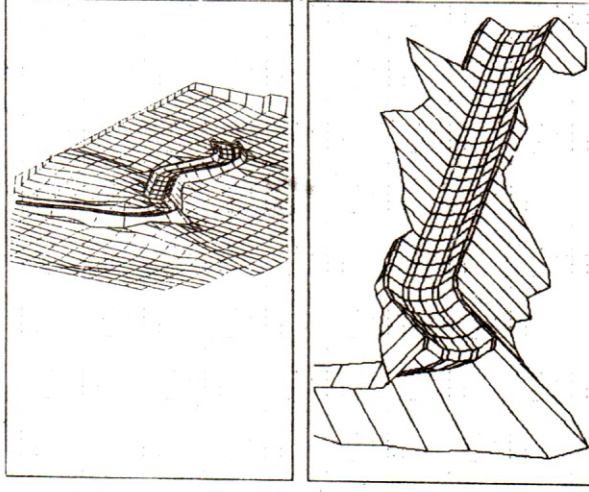
PCI uzaktan algılama yazılımı; görüntü işleme analizi, modelleme, yüzey analizi vb işlemleri kolaylıkla gerçekleştirebilmektedir. ARC + mimarlık yazılımı ise mimari, planlama, inşaat mühendisliği ve yapı imalatı konularında güçlü bir tasarım yazılımıdır. Eskizden proje çizimlerine kadar her aşamada projelerin grafik olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Üçüncü olarak AK mühendislik firmasının NETCAD paket yazılımı incelenmiştir. NETCAD grafik yazılımları, imar uygulamaları, ıslah imar uygulamaları, harita yapımı, kadastral 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. NETMAP Grafik hesap (COGO) modülü içinde imar uygulamaları, harita çalışmaları kadastral uygulamalar yapılabilmektedir. Ayrıca imar yol ayarlamaları, kurp hesaplamaları ve otomatik paftalandırma gerçekleştirilebilmektedir. Bunun dışında arazi modelleme, eşyükselti eğrisi, sayısal modelden kesit ve hacim modülü sayesinde arazide rastgele alınmış kotlu noktalardan üçgenleme yöntemiyle sayısal arazi modeli oluşturulabilmekte ve eşyükselti eğrileri geçirilebilmektedir. Şevler, yollar, su bölümü hatları gibi arazinin yapısının özellik gösterdiği detaylar göz önüne alınabilir. Kot boşlukları program tarafından enterpolasyonla nokta atma yöntemiyle kapatılabilmektedir. Sayısal arazi modelinden kesitle hacim hesaplarında çalışılan alan sınırlandırılabilir. Böylece yapılan tüm işlemler bu alan içerisinde gerçekleştirilebilmektedir. Yüzeyin bir düzlem ile kesilmesi sonucu ile oluşan ve bu yüzeyin altında veya üstünde kalan hacimler ve alanlar hesaplanabildiği gibi iki farklı yüzey

arasındaki kazı ve dolgu miktarları hesaplanabilmektedir. Arazi modeli üzerinde yol veya kanal geçkileri işlenebilmektedir. Yol güzergahlarında kurplar, some koordinatları ve yarıçap değerlerine göre oluşturulabilmektedir. Gerek düz hatlar (aliyman), gerekse kurplar üzerinde istenilen sıklıkta ve genişlikte en ve boy kesitler üretilebilmektedir (Şekil 4). Üretilen kesitler üzerinde, seçenekli enterpolasyon yöntemleri ile istenilen sıklıkta kot noktaları hesaplanabilir. Kesitlerle ilgili parametreler değiştirilebilir. Kesit alımında şev, yol, su bölümü hatları gibi detaylar dikkate alınabilmektedir. Yol ve kanal projelerinin bitiminden sonra modeli oluşturan noktalar, sayısal model üzerine bindirilebilmektedir. Böylece inşaat sonrası oluşacak yol ve kanalların görüntüleri üç boyutlu olarak görülebilmektedir (Şekil 5). Hazırlanan model üç boyutlu olarak istenilen açı ve doğrultudan görülebilmektedir. Üç boyutlu modelin herhangi bir görünüşte çizimi alınabilmektedir.



Şekil 4: NETCAD programında yol güzergahının boyuna profili, enine kesiti ve kurpların görünümü



**Şekil 5:** a) Yol güzergahının üç boyutlu görünüşü  
b) Sayısal arazi modeli üzerinde yol güzergahının üç boyutlu görünüşü

Bilgisayar yardımıyla elde edilecek planların doğruluğu mevcut altlık haritaların güvenilirliğine göre değişmektedir. Bu altlıklardan oluşturulan sayısal arazi modelleri arazi yapısını tam anlamı ile temsil etmiyorsa hata oranı artacaktır. Öte yandan klasik yöntemle çalışılırken, ne kadar dikkat edilirse edilsin kalem kalınlığından, pergel, cetvel vb. araçların kullanımı sonucu birtakım kaba hataların olması kaçınılmazdır.

Güzergah planı, boykesit ve enkesitlerin hazırlanması ve çizimi, kazı ve dolgu alanlarının hesaplanmasının bilgisayarlar yardımı ile yapılması, aynı işlerin klasik yöntemle yapılmasına göre ortalama olarak % 70 oranında bir tasarruf sağlamaktadır. Ancak bu oran zamana, ülkeye ve işletmeye bağlı olarak değişen maliyet unsurlarının değişmesiyle, bu tasarruf oranları değişecektir (ŞENTÜRK 1993).

Yukarıda da anlatıldığı gibi orman yol şebeke planlarının daha doğru ve hızlı yapılması, gerektiğinde ve anında değiştirilebilmesi, planların kontrolünün yapılabilmesi coğrafi bilgi sistemlerinin sağladığı önemli avantajlardır. Böylece her yıl 100 adet orman yol şebeke planı yapılması zorunluluğu olan ülkemizde, bu planların daha doğru, hızlı, amaca uygun, ekonomik çağdaş planlama ilke ve yöntemlerine göre yapılabilmesi olanağı sağlanacaktır.

#### 4. SONUÇ

Bilindiği gibi dağlık bölgelerde, yerleşim merkezlerinden uzakta ve zor araziler üzerinde bulunan ormanların işletmeye açılması büyük ölçüde ulaşım ve taşıma imkanlarının etkisi altında bulunmaktadır. Ayrıca ormancılık disiplininin temel uğraşı alanları olan yetiştirme, koruma, üretim ve değerlendirme işlevlerinin ekonomik, uygun ve emniyetli olarak yerine getirilmesi ancak iyi bir yol şebekesi ile mümkün olmaktadır.

Orman yol şebekelerinin mevcut yöntemlerle planlanmasında önemli sorunlarla karşılaşılmaktadır. Her yıl 100 plan ünitesinin bitirilmesiyle ancak 10 yılda tamamlanması

öngörülen orman yol şebeke planlarının amaca uygun, ekonomik ve seri olarak yapılması gereği bu planların bilgisayar ortamında yapılmasının önemini arttırmaktadır.

Gelişen bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklar, her alanda olduğu gibi ormancılıkta da yoğun kullanım alanı bulmaktadır. Coğrafi bilgi sistemi yazılım ve donanımlarında meydana gelen hızlı gelişmeler, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir yardımcı araç olarak bu sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu sayede orman yolu projelerinin hazırlanmasında, yol güzergahının boykesit ve enkesitlerinin hazırlanması ve çizimi, kazı ve dolgu alanlarının hesaplanmasında bu sistemlerin kullanılması olanaklı hale gelmiştir. Yukarıda kısaca açıklandığı gibi yol projelerinin her aşamasını sayısal arazi modelleri ve uygun bilgisayar programları yardımıyla yapmak mümkün olduğu gibi, yapılacak yol inşaatından sonra arazideki oluşacak değişikliklere göre arazinin ve yol güzergahının üç boyutlu görünüşlerini sayısal arazi modelleri yardımıyla, yol yapılmadan önce çıkarmak mümkün olmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemi yazılım ve donanımları kullanılarak yapılacak çalışmalarda, orman yollarının plan ve projelerinin yapılmasında gerekli olan tüm veriler, kolayca bulunabilecek, para ve zaman bakımından büyük harcamaları gerektiren arazi çalışmaları büyük ölçüde azalacaktır. Elde edilen bu tasarruflar dikkate alınırsa bilgisayarlarla çalışmak için gerekli ilk yatırım maliyetleri yüksek olan donanım ve yazılımlar, kısa bir süre sonra kendini amorti edecektir.

Sonuç olarak coğrafi bilgi sistemi yazılım ve donanımları yardımıyla oluşturulacak orman yol şebeke planlarının daha hızlı, ekonomik, doğru şekilde planlanması sağlanabilecektir.

### KAYNAKLAR

- AYKUT, T. 1984 : *Orman Ürünleri Taşımacılığında Araç ve Teknikler*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 3246/370, İstanbul.
- AYKUT, T. 1984: *Orman Ürünlerinin Taşınması ve Teknoloji*, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- BARTELME, N. 1990: *Grundlagen der GIS – Technologie*, Österreichische Forstzeitung, Heft 4, pp 6-8.
- BAYOĞLU, S. 1965 : *Türkiye'de Orman Yol Şebekelerinin Tanzimine Ait Esaslar*, Orman Genel Müdürlüğü Yayın No. 425/24, Ankara.
- BAYOĞLU, S. 1969 : *Orman Yol Şebekelerinin Planlanması ve Orman Yollarının Makineyle İnşası İle İlgili Esaslar*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 1499/148, İstanbul.
- BAYOĞLU, S.; SEÇKİN, Ö.B. 1981: *Türkiye'de Orman Yolu Yapım Çalışmaları ve Sağladığı Yararlar*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 288/307, İstanbul.
- BILL, R. 1990: *GIS – you vadis? GIS, Geo – Information – Systeme Zeitschrift für Interdisziplinären Austausch innerhalb der Geowissenschaften* Heft 3, pp. 26-33.
- BILL, R.; FRITSCH, D., 1991: *Geo – Informations – Systeme, Band 1, Hardware, Software and Daten*, Herbert Wichman Verlag GmbH, Karlsruhe.
- ÇELİK, H.E.; HASDEMİR, M. 1993: "Türkiye'de Düzenlenen Orman Yol Şebeke Planlarına Genel Bir Bakış", T.C. Orman Bakanlığı I. Ormancılık Şurası, Cilt 3, Seri No. 13, Yayın No. 006, Ankara.
- DEMİR, M. 1997: *İ.Ü. Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nun Yol Şebekesi ve Nakliyat Planlamasının Yapılması*, (Yüksek Lisans Tezi) İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A Serisinde Yayınlanmak Üzere Yayın Komisyonuna verilmiştir.

- DOLLINGER, F. 1989: *Wiekam die Geographie zum GIS ? – über die Entwicklung des GIS Konzeptes in der Landschaftsforschung, Angewandte Geographische Informationstechnologie, Salzburg Geographische Materialien, Heft 13, pp 11-26, Salzburg.*
- GÜLEN, İ.; ÖZDÖNMEZ, M. 1987: *Ormanlık Yönetim Bilgisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 3442/385, İstanbul.*
- GUPTIL, C.S., 1989: *Evaluating Geografic Information Technology, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 55, No. 11, pp. 1583-1587.*
- KAMMERER, J., SCHILDER, M., SONNE, B., 1988: *Hybride Graphile in Geoinformation Systemen, X. International Kurs für Ingenieurvermessung. pp. 1-10.*
- KOÇ, A. 1995 : *"Bilgisayar Destekli Konusal Orman Haritalarının Üretimi ve Orman Bilgi Sisteminin Oluşturulması", İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul*
- KOÇ, A. 1997: *Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler ve Elde Ediliş Yöntemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Yıl 1993, Seri B, Cilt 43, Sayı 1-2, İstanbul.*
- KÖSE, S.; BAŞKENT, E.Z., 1993: *"Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Ormanlığımızdaki Önemi", T.C. Orman Bakanlığı I. Ormanlık Şurası, Cilt 3, Seri No. 13, Yayın No. 006, Ankara.*
- NEWMAN, W. H. 1970: *Sevk ve İdare, Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yayın No. 115, Ankara.*
- REUTEBUCH, E.S. 1990: *Routes: Yol Güzergahlarının Ön Etüdü İçin Bir Bilgisayar Programı (Çeviren: HASDEMİR, M.), İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 39, Sayı 2, Yıl 1989, İstanbul.*
- SEÇKİN, Ö.B. 1982: *Orman Yolları Genel Planlama Esasları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 32, Sayı 1, İstanbul.*
- SEÇKİN, Ö.B. 1984: *Türkiye'de Orman Yol Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüd Aplikasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 2, İstanbul.*
- SEÇKİN, Ö.B. 1984: *Orman Yol Şebekesi ve Yol Aralığı, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 2, İstanbul.*
- SEÇKİN, Ö.B. 1984: *Bir Orman Yol Projesinde Güzergah Planının Hazırlanması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 34, Sayı 3, İstanbul.*
- SEÇKİN, Ö.B. 1985: *Yeni Düzenlemede Orman Yolları, Orman Mühendisliği Dergisi, Ocak sayısı, s. 19-21, Ankara.*
- SEDLAK, O. 1979: *General Principles for the Planning of a Forest Network (Mountain Forest Roads and Harvesting), FAO, Rome.*
- SÖĞÜT, H.; TANKUT, M. 1990: *Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknolojisinin Mekansal Araştırma ve Uygulamalarda Kullanımı.*
- ŞENTÜRK, N. 1993: *"Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Harita Verilerinden Yararlanma Olanakları", T.C. Orman Bakanlığı I. Ormanlık Şurası, Cilt 3, Seri No. 13, Yayın No. 006, Ankara.*
- ŞENTÜRK, N. 1993: *"Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları", İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.*
- TOSUN, K. 1974: *İşletme Yönetimi, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayın No. 1989/36, İstanbul.*