



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN
CBS İLE BELİRLENMESİ**

HAZIRLAYAN

OKTAY BAKIRTAŞ

DANIŞMAN

DOÇ. DR. TUĞRUL VAROL

BARTIN-2020



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN CBS İLE
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Oktay BAKIRTAŞ

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	: Doç. Dr. Tuğrul VAROL	- Bartın Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL	- Bartın Üniversitesi
Üye	: Doç. Dr. Mustafa AKGÜL	- İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

BARTIN-2020

KABUL VE ONAY

Oktay BAKIRTAŞ tarafından hazırlanan “ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN CBS İLE BELİRLENMESİ” başlıklı bu çalışma, 31.01.2020 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Tuğrul VAROL (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Üye : Doç. Dr. Mustafa AKGÜL

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KABUL VE ONAY

Oktay BAKIRTAŞ tarafından hazırlanan “ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN CBS İLE BELİRLENMESİ” başlıklı bu çalışma, 31.01.2020 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Tuğrul VAROL (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL

Üye : Doç. Dr. Mustafa AKGÜL

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Tuğrul VAROL danışmanlığında hazırlamış olduğum “ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN CBS İLE BELİRLENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

31.01.2020

Oktay BAKIRTAŞ

ÖNSÖZ

Öğrenimim sırasında her türlü konuda beni yalnız bırakmayarak danışmanlığımı üstlenen, araştırma konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar katkı ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Tuğrul VAROL’a saygıyla ve içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunma sınavı Tez Jüri üyesi olarak bizlere eşlik etme nezaketiyle kalmayıp mesleki, hayati ve bilimsel anlamda bilgi, görüş ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Doç. Dr. Mustafa AKGÜL ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL’e değerli fikir ve önerileri ile sağladıkları katkıları için teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Verilerin toplanması ve saha çalışmalarım sırasında işlerinde üstün sabır, gayret, emek ve güler yüzleri ile beni yalnız bırakmayan Bartın Orman İşletme Müdürü Selahattin YANIK, İşletme Müdür Yardımcısı Umut YILMAZ, Yenihan Orman İşletme Şefi Mehmet ÖZDEMİR ve Arıt Orman İşletme Şefi Ünal SÜMBÜL’e teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her safhasında olduğu gibi tez çalışmam süresince de verdikleri moral ve destek ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan kıymetli eşim Sena BAKIRTAŞ ve aile büyüklerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Oktay BAKIRTAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORMAN ÜRÜNLERİ TRANSPORTUNDA EN UYGUN GÜZERGÂHIN CBS İLE BELİRLENMESİ

Oktay BAKIRTAŞ

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tuğrul VAROL

Bartın-2020, sayfa:70

Ülke nüfusunda meydana gelen artışa paralel olarak odun hammaddesine olan ihtiyaçta artmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü tarafından yaklaşık olarak yıllık 21 milyon m³ (2010-2018 ortalaması) odun hammaddesi üretimi gerçekleştirilmektedir ki elde edilen gelirin büyük bir kısmını da bu bölümü oluşturmaktadır. Söz konusu bu üretim primer-sekonder transport çalışmaları ve orman depoları aracılığıyla tüketim merkezlerine iletilmektedir. Gerek primer gerekse sekonder taşımacılıkta kullanılan araçlar zaman içerisinde değişikliğe uğrasa da orman alanların işletmeye açılmasında yolların teknik özellikleri ile düzeni önemlidir. Dolayısıyla bir yandan en uygun işletme açama oranı yakalanmaya çalışılırken bir yandan da maliyetleri minimize edebilecek hem primer hem de sekonder transport için en uygun güzergâhların belirlenmesi gerekmektedir. Bartın OİM kapsamında orman ürünleri transportu için en uygun güzergâhların CBS aracılığıyla belirlenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. En uygun güzergâhın belirlenmesi çalışmasında ArcGIS versiyon 10.4.1 ve Access 2013 yazılımlarından faydalanılmıştır. Bu yazılımlarla ilk olarak orman yol ağı planı sayısallaştırılarak topolojik kontrolleri gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada Model Builder aracılığıyla primer ve sekonder transport için iki ayrı model oluşturulmuştur. Araç ve emval farklılıklarının değişken olarak kullanılabilmesi amacıyla Network analizinden de faydalanılmıştır. Çalışma için Bartın OİM sınırlarında toplam 4183,79 km yol (orman yolu,

köy yolu, karayolu, cadde ve sokaklar) sayısallaştırılmıştır. Nakliyat planlaması yapmak amacıyla da 582 175 km'lik yol ağı oluşturulmuştur. Geliştirilen model primer transport için kullanılacak olan yolların alternatiflerini net bir şekilde ortaya koyabilmektedir. Sekonder transport için oluşturulan modelin tek araç kullanıldığında maksimum faydanın sağlanabileceği güzergâhın tespit edebildiği belirlenmiştir. Maksimum fayda gözetildiğinden sekonder transport çalışmalarında Network analizinin araçların tam kapasite ya da çok az bir eksik ile çalıştığı güzergâhları tercih ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman Yol Ağı; Primer ve Sekonder Transport; Model Builder; Network Analizi; Orman Ürünleri Transportu.

Bilim Alan Kodu: 120514

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

SELECTION OF THE BEST ROUTE IN FOREST PRODUCTS TRANSPORTATION USING GIS

Oktay BAKIRTAŞ

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Tuğrul VAROL

Bartın-2020, pp:70

In parallel with the increase in the population of the country, the need for wood raw material increases. Approximately 21 million m³ (2010-2018 average) of wood raw material is produced annually by the General Directorate of Forestry, which constitutes a large part of the income. This production is conveyed to consumption centers through primary-secondary transport works and forest depots. Although the vehicles used in both primary and secondary transportation have changed over time, the technical characteristics and layout of the roads are important in opening forest areas to operation. Therefore, it is necessary to determine the most suitable routes for both primary and secondary transport which can minimize the costs while trying to catch the most suitable opening rate. The purpose of this study is to determine the most suitable routes for forest products transfer by means of Geographic Information Systems within the scope of Bartın Forest Operation Directorate. ArcGIS and Access software were used to determine the most suitable route. With these software's, first the forest road network plan was digitized, and topological controls were performed. In the second stage, two different models for primary and secondary transport were created by means of Model Builder. Network analysis was also used in order to use the tools and assets differences as variables. A total of 4183, 79 km of roads (forest roads, village roads, highways, streets) were digitized for the study. 582 175 km of road network has been

established for transportation planning. The developed model can clearly illustrate the alternatives of the roads to be used for primary transport. It was determined that the model created for secondary transport can determine the route where maximum benefit can be achieved when single vehicle is used. Since maximum benefit is taken into consideration, it is determined that in the secondary transport studies, the Network analysis prefers the routes where the vehicles are operating with little or no capacity.

Keywords: Forest road network; primer-seconder transportation; Model Builder; Network analysis; forest product transportation.

Scientific Field Code: 120514



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
1.1 Orman Transport Tekniğı	2
1.1.1 Primer Transport Tesisleri	2
1.1.2 Sekonder Transport Tesisleri	3
1.1.3 İşletmeye Açmanın Teknik Tasarımı	3
1.1.4 İşletmeye Açmanın Ekonomik ve Ekolojik Yönü	3
1.1.5 İşletmeye Açmanın Safhaları	4
1.1.6 Yol Yoğunluğu.....	4
1.1.7 Yol Aralığı	5
1.1.8 İşletmeye Açma Oranı	5
1.1.9 Sürütme Mesafesi.....	6
1.2 Yollar	7
1.2.1 Karayolları	7
1.2.2 Orman Yolları	8
1.2.3 Orman Yollarının Planlanması.....	8
1.2.4 Orman Yollarının Tipleri ve Özellikleri	12
1.2.5 Ana Orman Yolu.....	13
1.2.6 Tali Orman Yolu	14
1.2.6.1 A Tipi Tali Orman Yolu.....	14

1.2.6.2 B Tipi Tali Orman Yolu.....	15
1.2.7 Traktör Yolu.....	16
1.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	17
1.3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Yapısı.....	19
1.3.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Elemanları.....	20
1.3.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Genel Fonksiyonları	21
1.3.4 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Veri Toplama Teknikleri	23
1.3.5 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Veri Toplama Formatları	23
1.3.5.1 Vektör Veriler.....	23
1.3.5.2 Raster Veriler	24
1.3.5.3 Vektör ve Raster Veri Arasındaki Farklılıklar	28
1.3.6 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Sorgulama	29
1.3.6.1 Nesneye Göre ve Özniteliğe Göre Seçim.....	29
1.3.6.2 Konuma Göre Seçim	29
1.3.7 CBS’de Topoloji	30
1.3.8 CBS’de Analizler	32
1.3.9 Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulama Alanları	33
1.4 Veri Tabanı	34
1.4.1 Veri Tabanı Genel Kavramları.....	34
1.4.2 Anahtarlar.....	36
1.4.3 Veri Tabanı Sistemi Kullanmanın Avantaj ve Dezavantajları.....	39
1.4.3.1 Avantajları.....	39
1.4.3.2 Dezavantajları.....	39
1.5 Veri Tabanı Sorguları	40
1.5.1 SQL Komutları.....	40
1.5.2 SQL İşleçleri	41
1.5.3 SQL Fonksiyonları.....	42
 BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	 43
 BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM	 46
3.1 Materyal	46

3.1.1 Coğrafi Konumu, Sınırları ve Büyüklüğü	46
3.1.2 Topografik Yapı	46
3.1.3 Fonksiyon Haritası	47
3.1.4 Orman Yolları	48
3.1.5 Araştırmada Kullanılan Araç – Gereç ve Teknolojiler	49
3.2 Yöntem.....	50
 BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	51
 4.1 Sayısal Arazi Modeli	51
4.2 Eğim Analizi.....	51
4.3 Bakı Analizi.....	52
4.4 Yol Ağı Planları.....	53
4.5 Primer Transport Çözümleri.....	54
4.6 Sekonder Transport Çözümleri	56
 BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	59
 KAYNAKLAR.....	63
EKLER	66
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1.1: Eğime göre sürütme mesafesi.	4
1.2: Yol Aralığı.	5
1.3: Hektarda 250 m ³ den az emval.	9
1.4: Hektarda 250 m ³ den fazla emval.	9
1.5: Üretim amaçlı ağaçlandırma.	10
1.6: Hidrolojik amaçlı ağaçlandırma.	11
1.7: Milli park ormanlarında planlama.	12
1.8: Orman yolu en kesiti.	13
1.9: Ana orman yolu en kesiti.	14
1.10: A Tipi Tali Orman Yolu en kesiti.	14
1.11: B Tipi Tali Orman Yolu en kesiti.	15
1.12: Bulundukları yere göre orman yolları (Sırt, Yamaç ve Vadi yolu).	16
1.13: Traktör Yolu en kesiti.	17
1.14: Coğrafi Bilgi Sistemleri.	18
1.15: Coğrafi Bilgi Sistemleri veri yapısı.	19
1.16: Coğrafi Bilgi Sistemleri veri formları.	20
1.17: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin elemanları.	20
1.18: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin genel fonksiyonları.	23
1.19: Vektör veri formatı.	24
1.20: Raster veri formatı.	25
1.21: Raster veri çözünürlüğü .	25
1.22: Raster veri örnekleri (A-hava fotoğrafı, B-bakı analizi, C-eğim analizi, D- sayısal yükseklik modeli).	26
1.23: Raster veri bant özellikler.	28
1.24: Raster ve Vektör veri arasındaki farklar.	29
1.25: Topolojik elemanlar .	30
1.26: Topolojik olarak eşdeğer şekiller	31
1.27: Topolojik dönüşüm	32
1.28: Öğrenciler varlık sınıfı için kullanılan öznitelikler.	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

Şekil No	Sayfa No
1.29: Anahtarlar.	36
1.30: Birincil anahtar seçimi.	37
3.1: Bartın OİM fonksiyonlarının alansal dağılımı.	48
4.1: Bartın OİM sayısal arazi modeli.	51
4.2: Bartın OİM orman yollarının bakıya göre sınıflandırması.	52
4.3: Primer Transport için geliştirilen model.	54
4.4: Primer Transport modeli ile güzergah belirlenmesi.	55
4.5: Primer Transport modeli ile çoklu üretim noktasından güzergah belirleme.	55
4.6: Tek araç ile sekonder transport modeli.	56
4.7: Kapasiteye göre araç ve güzergâh seçimi (Yeşil: orman yolu, Sar ve Mavi köy ve merkez yolu).	57
4.8: Araç rotalarının ayrıntılı dökümü (Sırasıyla tır, kamyon, traktör).	58

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
1.1: Arazi şartlarına göre düzeltme katsayısı.	6
1.2: Orman Yollarının Teknik Özellikleri.....	13
1.3: Landsat TM bant özellikleri.	27
1.4: Landsat TM bantların kullanım alanları.....	27
3.1: Şefliklere göre ormanların alansal durumu.	47
3.2: Şefliklere göre fonksiyonların alansal dağılımı.	48
3.3: Şefliklere göre yolların durumları.	49
4.1: Şefliklere göre yolların eğim durumları.	52
4.2: Yol sınıflandırmasına göre hız sınırlaması.....	53

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No

EK 1. Sayısal arazi modeli.....	66
EK 2. Eğim modeli.....	67
EK 3. Bakı Modeli.	68



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ha	: hektar
km	: kilometre
m	: metre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
OİM	: Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	: Orman İşletme Şefliği
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
SM	: Sürütme Mesafesi
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
YA	: Yol Aralığı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnsanoğlunun ortaya koyduğu ilk yapılardan olup, yaya ve/veya araçların geçişine hizmet eden tesviye edilmiş eğimli yüzeye yol denir. Ancak bu yüzeyin, yer kürenin kırıklı topografyasına aplikasyonu dikkatli etüt ve etüt ve deneyim gerektiren zor bir sanat işidir ya da zor bir iştir (Seçkin, 1997).

Ormancılık faaliyetleri temele olarak ağaçlandırma, odun ve odun dışı (tali) orman ürünlerinin üretimi, yangınlarla ve zararlılarla mücadele gibi orman koruma önlemleri ve orman ürünlerinin üretimi ile nakliyatını kapsamaktadır. Orman yolları; ormanlık alanlarda bulunan, ormanların her yerine ulaşımı sağlayan planlı bir şekilde yapılmış ve ormancılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan yollardır. Orman yollarının planlanmasında ekonomiklik, maksimum fayda, minimum çevre zararı gibi kriterleri sağlayacak alternatiflerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda tek altlık olarak eşyükselti haritalarının kullanılması bazı eksiklik ve hatalara neden olabilmektedir. Doğru hazırlanmayan planlar ekonomik olmadığı gibi çevreye de olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Orman yol ağı planlarının yapımı, orman yollarının yapımı ve bakımı gibi işlemler itina ile yapılmalıdır.

Günümüzde orman yollarının planlanmasında bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde alternatifler net olarak görülmekte ve planlamaların kısa sürede tamamlanmasını sağlamaktadır. İlaveten, yazılımlar alternatif güzergahların maliyet karşılaştırmasının yapılmasına da olanak sağlamaktadır.

Bu araştırma kütüğü dibinde bulunan ürünün rampaya çıkarılmasında, rampada bulunan ürünün depoya, depoda bulunan ürünün istenilen yere hangi araç ve hangi güzergâh ile nakliyat planının hazırlanması konusunda kolaylık sağlamaktadır. Araştırmada ürünün miktarı, araç özellikleri ve yol tercihleri sisteme girilerek transport planlanmaktadır.

1.1 Orman Transport Tekniği

Ağaçların kesildikleri kütük dibinden orman yolu kenarına, geçici depo veya istif yerlerine kadar ve oradan da orman (ara veya ana) depolarına kadar taşınmasına transport denir. Transport taşıt ve tesisleri ormanların işletmeye açılması için gereklidir. Transportun konusu tesis ve taşıtların planlı ve ekonomik olarak çalışıp çalışmadığı transportun konuları içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde bu disipline “Ormanların İşletmeye Açılması” denilmektedir. Ormancılık çalışmalarını; Ağaçlandırma(ekim, dikim, bakım), Koruma, Üretim (kesim, hazırlama), Transport (nakliyat planlaması) ve İşletme - Pazarlama (değerlendirme ve kullanım) olarak sınıflandırabiliriz (Bayoğlu, 1997).

Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları: orman ürünlerinin üretildiği yerden fabrikaya veya tüketim merkezine uygun yöntemler kullanılarak en ekonomik şekilde taşınmasını sağlayan taşıt ve tesislerin seçimi, çalıştırılmasını ve planlamasını konu alan bilim dalıdır. Transport sadece kullanılan taşıt ve tesislerin özellikleri ile değil bunlardan faydalanarak nakliyatın planlanması ile ilgilenmektedir (Bayoğlu, 1997).

Ormanın işletmeye açılması; doğaya zararı azaltarak, bir orman alanına ulaşımı sağlamak ve orman ürünlerin nakliyatını planlamak amacıyla yapılacak çalışmaların düzenlenmesi ve gerekli önlemlerin alınmasıdır. Ormanın uygun olarak işletilmesi, sürekliliğin sağlanması ve sosyal ve ekonomik olarak üst düzeyde yararlanma esas alınmaktadır.

Orman transport tekniğinde kullanılan tesisler orman yolları, sürütme yolları, sürütme şeritleri, bakım patikaları, vinçli hava hatları ve oluklardır. Kullanılan araçlar ise harvester, traktör, kamyon, tır ve yükleyicilerdir. Ormanların işletmeye açılmasını sağlayan transport primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılır.

1.1.1 Primer Transport Tesisleri

Ağaçların kesildiği yerden yani kütüğün dibinde bulunan ürünlerin buradan alınıp en yakın orman yoluna veya ara depolara kadar olan taşınmasına primer transport denir. Primer

transport genel olarak bölmeden çıkarma olarak bilinmektedir. İnsan gücüyle sürütme, hayvan gücüyle sürütme, traktörlerle sürütme, vinçli hava hatlarıyla taşıma ve ana yol kenarına istif gibi işlemlerden oluşmaktadır. Bunların planlanması için yapılan çalışmalar primer transport planlaması denir.

1.1.2 Sekonder Transport Tesisleri

Sekonder transport, yol kenarında geçici istif yeri ve rampalardaki çeşitli nitelikteki odun hammaddesinin çeşitli yükleme teknikleri ile araçlara yüklenip ara ve ana (satış) depolara kadar taşınmasıdır. Taşınma olarak bilinen bu safhada istif yerinden yükleme, kamyon-tır-traktör ile taşıma, depoda boşaltma ve istifleme gibi işlemler yapılmaktadır. Arazi şartlarının zor olduğu yerlerde uzun mesafeli hava hatları da kullanılır. Bunların planlanması işlemlerine genel olarak orman yol ağlarının planlanması denir.

1.1.3 İşletmeye Açmanın Teknik Tasarımı

İşletmeye açmada kullanılacak tesis ve araçlar, arazinin toprak ve topoğrafik yapısı, nakliyat yönü gibi kriterler tasarımda göz önünde bulundurulması gereken kriterler arasında yer almaktadır (Bayoğlu, 1997).

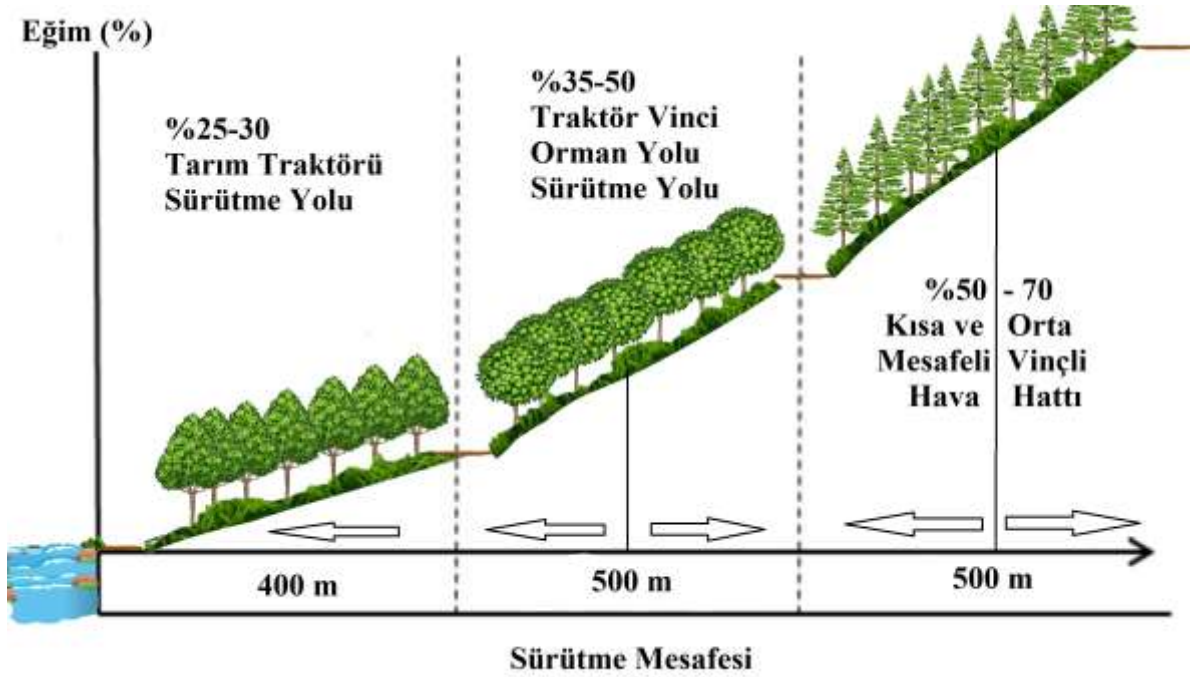
Toprak özellikleri, yolun yapımında kullanılacak malzemenin cinsini, miktarını ve sürütme şartlarını dikte etmektedir. Topografya, primer transportu doğrudan etkileyen etmendir. Eğim koşulları ise primer ve sekonder transport çalışmaları sırasında kullanılacak olan yolların birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesinde önem kazanır. Aynı zamanda eğim kriteri yol yapımı, transport yönteminin belirlenmesi ve ekonomiklik için dikkate alınması gereken bir kriterdir (Bayoğlu, 1997).

1.1.4 İşletmeye Açmanın Ekolojik ve Ekonomik Yönü

Ormanların işletmeye açılması söz konusu olduğunda düşünülmesi gereken ilk etmen işletmeye açma oranını maksimize ederken çevre zararını minimize eden bit planlamanın gerçekleştirilmesidir. Ormanlık alanlarda yol yapım çalışmaları faydalanmayı doğrudan etkilemektedir. Yapılacak olan yolun yoğunluğu, taşıma yapacak araçların tonajları, yapım şekli ve tekniği gibi kriterler dikkatli planlanmalıdır (Bayoğlu, 1997).

1.1.5 İşletmeye Açmanın Safhaları

Ormanların işletmeye açılmasında ilk etap olarak nakliyatın yapılacağı yol ağının planlanması oluşturmaktadır. Üretimin yapılması için basit olarak düşünüldüğünde üretim alanına ulaşımın sağlanması gerekmektedir. Bu sayede üretim araç-gereçleri ile emvalin nakliyatı gerçekleştirilebilecektir. Yol planlaması ve yapımı gerçekleştirildikten sonra üretim çalışmalarının başlaması ile primer transport tesisleri planlanmalı ve yapılmalıdır. Sonrasında sekonder transport planlanıp gerçekleştirilerek üretim işlemleri tamamlanır. Şekil 1.1’de eğim şartlarına göre sürütme mesafeleri gösterilmiştir (Bayoğlu, 1997).



Şekil 1.1: Eğime göre sürütme mesafesi.

1.1.6 Yol Yoğunluğu

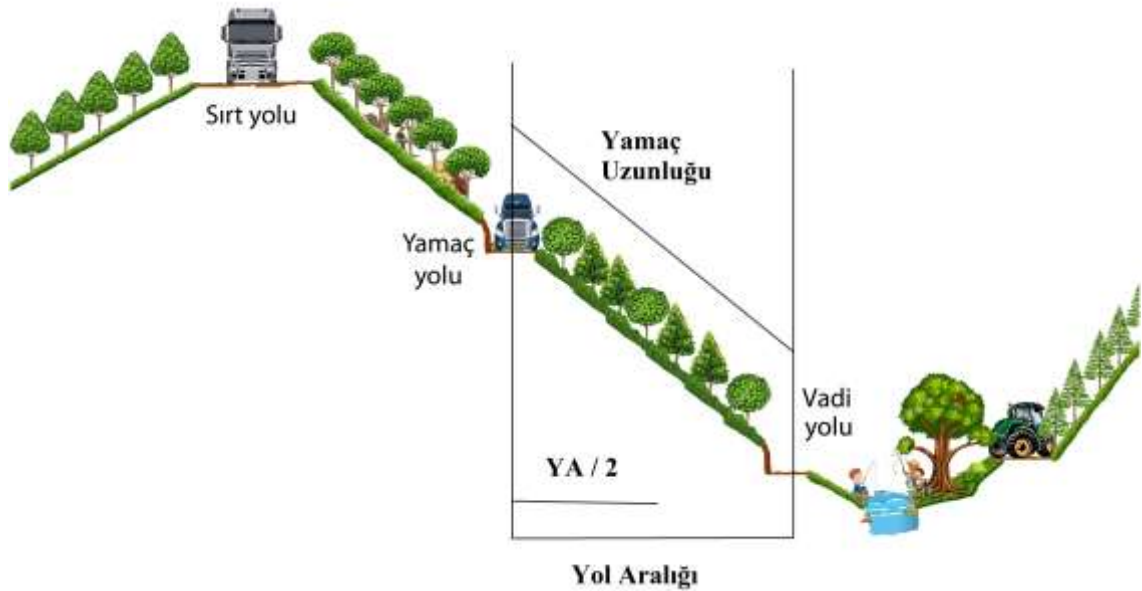
Ormanın birim alanına isabet eden yol uzunluğunu ifade eder ve birimi m/ha'dır. Yol yoğunluğu belirlenirken odun hammaddesinin en kısa ve ekonomik yoldan gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Çevreye verilecek olan zararda minimize edilmelidir. Ormanda uygulanacak yol yoğunluğu; yol yapım ve bakım masrafları, sürütme masrafları, işçi ücretleri, ormanın yetiştirme koşullarının uygun ve verimin yüksek olması, amortisman süresine ve etanın miktarına bağlı olarak değişmektedir (Bayoğlu, 1997).

$$D = \frac{\text{Toplam Yol Uzunluğu (metre)}}{\text{Toplam Orman Alanı (hektar)}} \quad (1)$$

1.1.7 Yol Aralığı

Birbirlerine paralel giden iki yol arasında yol eksenine dik olarak ölçülen yatay uzaklıktır. Ormanlarda yamaç üzerindeki tekdüze dağılım yol ağının başarısına katkı sağlamaktadır (Bayoğlu, 1997). Şekil 1.2’de yol aralığı ile yamaç uzunluğu arasındaki ilişki gösterilmiştir. Türkiye ormanları için (Bayoğlu, 1997);

- Hektardaki mevcut ortalama serveti 250 m^3 fazla olan yamaçlar için 500 m yol aralığı ve dolayısıyla 20m/ha’lık bir yol yoğunluğu oluşmaktadır.
- Hektardaki mevcut ortalama serveti $150\text{-}250 \text{ m}^3$ (ha) olan yamaçlar için 1000 m yol aralığı ve 10 m/ha yol yoğunluğu oluşmaktadır.
- Hektardaki mevcut ortalama serveti 100 m^3 /ha’ dan küçük yamaçlarda ise 1500-2000 m yol aralığı ve 5-6 m/ha’ yol yoğunluğu oluşmaktadır.



Şekil 1.2: Yol Aralığı.

1.1.8 İşletmeye Açma Oranı

Planlanan yol ağını oluşturan orman yolları ile işletmeye açılan orman alanlarının toplam orman alanının yüzde olarak ifadesidir. Burada işletmeye açılan alan düz arazide yolun her

iki tarafında yol aralığının yarısı kadar genişlikteki, dağlık arazide ise yolun bir tarafında yol aralığı kadar genişlikte alan olarak göz önüne alınır (Bayoğlu, 1997).

Orman alanının yollarla başarılı şekilde işletmeye açılması ilk olarak yolların dağılımına bağlıdır. Birbirine paralel olarak belirlenen yolların bulunduğu ormanlarda işletmeye açma oranı yüksektir. Orman yolu planlaması yapılırken yol aralığı ve sürütme mesafesi birlikte değerlendirilmelidir. Sürütme mesafesine göre yol aralığı düşük tutulursa iki defa işletmeye açılmış alanlar, sürütme mesafesine oranla yüksek bir yol aralığı değeri kullanıldığında ise işletmeye açılmayan alanlar oluştuğu tespit edilmiştir (Gümüş, 2019).

1.1.9 Sürütme Mesafesi

Kütüğü dibinde bulunan orman emvalinin en yakın transport tesisine sürütülerek götürüldüğü mesafeye sürütme mesafesi (sm) denir. Sürütme mesafesi toplam üretim giderleri arasında çok önemli bir yerdedir. Üretim yapılan alan ile en yakındaki transport tesisinin ortalama mesafesi olarak belirlenir ve eğim kriterine sınıflandırılır (Bayoğlu, 1997). Düz ve düze yakın arazide: $Sm = YA/2$, Dağlık Arazide: $Sm = YA/4$.

Engebeli arazide tomruk kamyon yoluna dik olan bir doğru boyunca sürütülmediği, arazinin girinti ve çıkıntılarına uygun bir çizgi boyunca sürütüldüğü için gerçek sürütme mesafesinden daha uzundur. Bundan dolayı gerçek ortalama sürütme mesafesinin elde edilebilmesi için teorik ortalama sürütme mesafesinin birden büyük bir düzeltme katsayısı ile çarpılması gerekir. Tablo 1.1’de arazi şartlarına göre düzeltme katsayısı verilmiştir.

Tablo 1.1: Arazi şartlarına göre düzeltme katsayısı (OGM, 2008).

ARAZİ KOŞULLARI	DÜZELTME KATSAYISI
Düz ve tepelik arazi	1.6-2.0
Orta derecede dağlık	2.0-2.8
Dağlık arazi(Dik)	2.8-3.6
Dağlık arazi(Çok Dik)	3.6

1.2 Yollar

Yol, ulaşılmak istenen yerler arasında ulaşımı ve nakliyatı amaca uygun, emniyetli ve ekonomik şekilde sağlayan yapılar (Hasdemir, 2005). Yollar değişen teknolojiye göre değişiklik gösterdiği için dinamik olduğu kabul edilmektedir.

1.2.1 Karayolları

Tüm ülkeyi saracak şekilde planlanan, kamu yararına yapılan ve üretilen hizmetlerin halka ulaştırılmasında kullanılan her türlü kara taşımacılığının gerçekleştirildiği yollardır. lke içerisindeki ulaşımın kolay ve erişilebilir olması ile aşağıdaki olanaklar sağlanmaktadır (Umar ve Yayla, 1994).

Yolların iyileştirilmesi üreticiye üretim daha hızlı pazarlanması imknı sağlarken tüketicie de uygun fiyatla ürüne sahip olma imkanı sağlamaktadır. Kolay ve ekonomik taşımacılığın gelişmesi ile ülkeye gelen mal çeşitliliği ve miktarındaki artış pazarlama alanında da genişlemeye neticelenecektir. Bu sayede ticari faaliyetlerin ve ekonomik çalışın artması sağlanacaktır. Üretim artması ve taşımacılığın kolaylaşması ile ihracat olanakları da artmaktadır. lke çapında geliştirilen iyi bir yol ağı ile ticaret tüm ülkeye yayılarak dengeli bir kalkınma da gerçekleştirilmektedir.

Devletçe sağlanan eğitim, sağlık, haberleşme gibi kamu hizmetleri daha yaygın bir şekilde yapılmakta ve ülke savunma gücünü de arttırmaktadır. Kolay ulaşımın sağlanması ile turizm faaliyetlerinde de artış görülmektedir. Yol ağında gerçekleştirilen iyileştirmeler sayesinde ülke çapında insan ve eşya taşımacılığı artmaktadır.

Yol ağının gelişmesi ile trafik kazaları, trafik yoğunluğu, hava kirliliği ve gürültü gibi olumsuz etkileri de oluşmaktadır. İnsan, hayvan ve bitki toplulukları ile ilgili olarak ekolojik dengenin bozulması gibi olumsuz etkileri de oluşmaktadır.

Kara yollarında belirlenen amaçların gerçekleştirilebilmesi için göz önünde bulunması gereken kriterler; kısa, hızlı ve kolay ulaşımın sağlanması, yol standartlarının yüksek tutulması, düşük eğim, geniş yol, az sayıda ve büyük kurp yarıçapı, uygun alt ve st yapı,

büyük hacimli sanat yapılarıdır.

1.2.2 Orman Yolları

Modern ormancılık çalışmalarının uygulanması, ormanların korunması, orman ürünlerinin ekonomik değer kazanması ile işletmeye açılması iyi bir yol ağ planı ile mümkündür. Düzenli ve geniş bir yol ağ planının sağlanması ile koruma ve üretim gibi her türlü çalışmayı sağlamaktadır. Orman yangınları ile mücadelenin kolaylaştırılması, ağaçlandırma çalışmalarının yapılması ve üretilen mal ve hizmetlerin nakliyatı da kolaylaşmaktadır. Bu işlemler orman yollarının görevleri olarak da bilinmektedir (Hasdemir, 1997).

Orman yollarının amaçları; orman emvalinin taşınması, ağaçlandırma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi, ormanları koruma faaliyetlerinin sağlanması, yangın ve böcek zararlıları durumlarda kolay ulaşım ve hızlı müdahalenin yapılması ve orman köylerinin ulaşımının sağlanmasıdır.

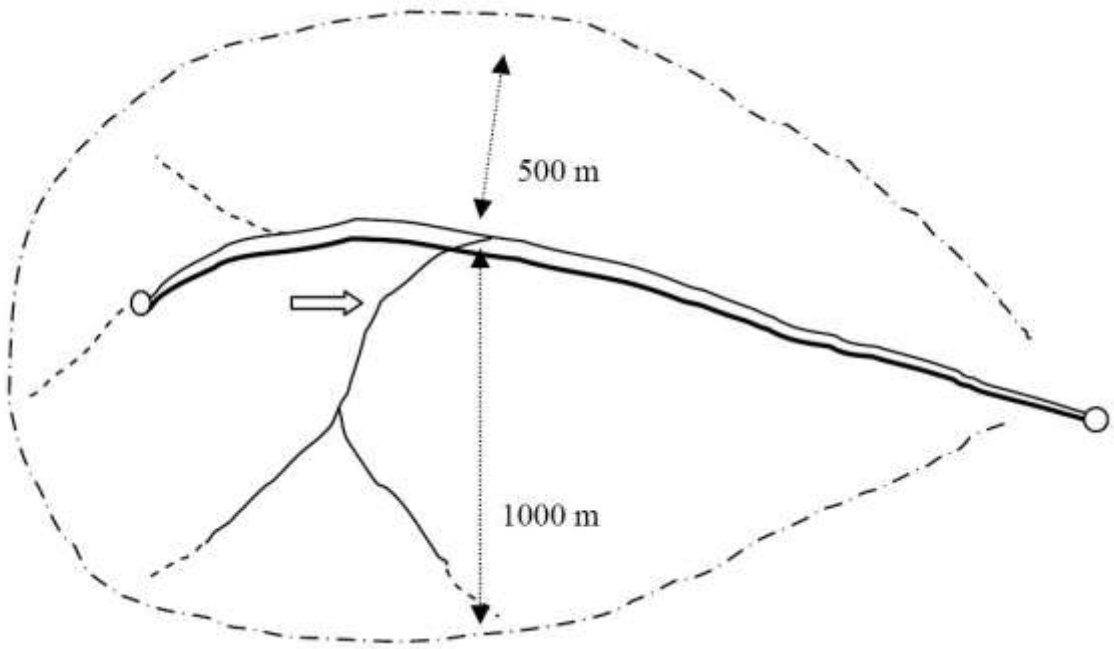
Orman yollarında yapılacak hatalı bir planlama; erozyonu artırır, doğal çevreyi tahrip eder, orman alanı kaybına neden olur. Bu nedenle orman faaliyetlerinin de “Sürdürülebilir Orman Yönetiminin” sağlanması gerekmektedir. Bu da “Sürdürülebilir Orman Yönetimi” prensiplerini uygulamak ile mümkün olmaktadır (Hasdemir, 1998).

1.2.3 Orman Yollarının Planlanması

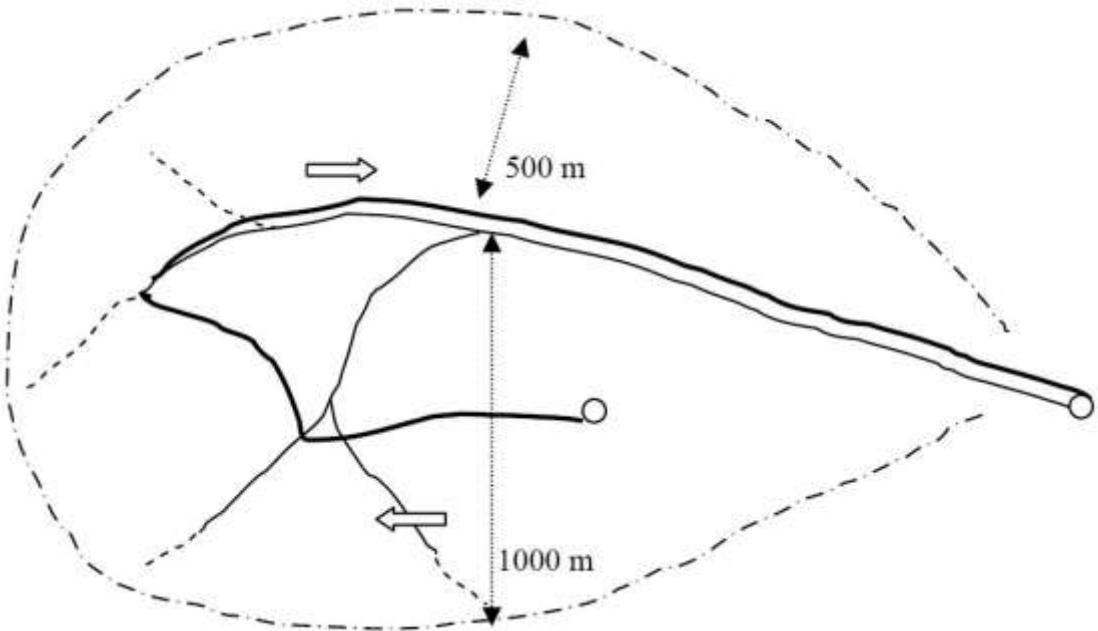
Yol ağ planları hazırlanırken; orman ekosistemi üzerindeki olumsuz etkilerin minimize edilmesi, yolların sürdürülebilir bir şekilde planlanması ve standartlara uygun olarak yapılması gerekmektedir. Planlama esasları üretim ormanlarında, ağaçlandırma ormanlarında, milli park ormanlarında ve muhafaza ormanlarında olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Üretim ormanlarında, primer transport çalışmasının sırttan dereye yapılması durumunda planlama çalışmalarının da dereden sırta olacak şekilde yapılmalıdır. Üretim ormanlarında eğim faktörü düşünülerek dere yolları baz alınmalıdır. Yol planlama çalışmaları sırasında yamaç uzunluğu dikkate alınarak yamaç yolları planlanmalıdır. Arazi mekanizasyon

kullanılmasına müsaade ediyor ise dereden sırta olacak şekilde primer transport planlanmalıdır. Bu durumda öncelikli olarak sırt ve yamaç yolları kullanılmasına öncelik verilmelidir. Dere yollarının kullanılması bu durumda sakıncalıdır. Şekil 1.3 ve 1.4’de üretim miktarına göre yol planlaması gösterilmiştir (URL-1, 2019).



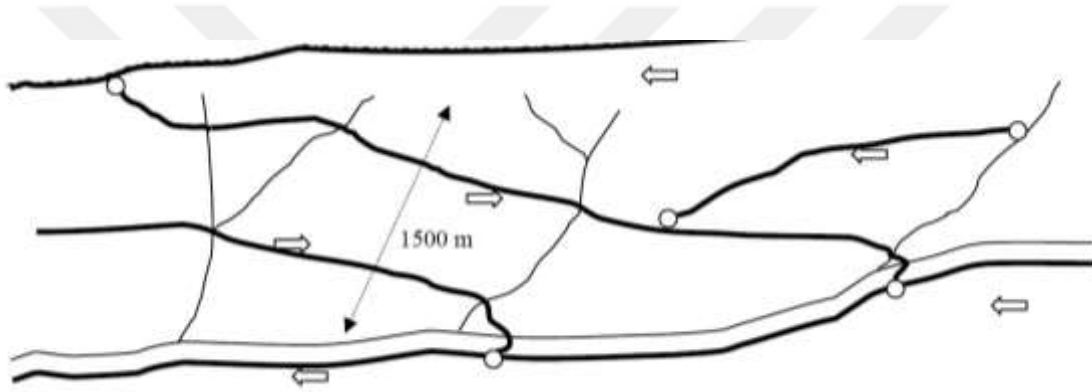
Şekil 1.3: Hektarda 250 m³ den az emval (OGM, 2008).



Şekil 1.4: Hektarda 250 m³ den fazla emval (OGM, 2008).

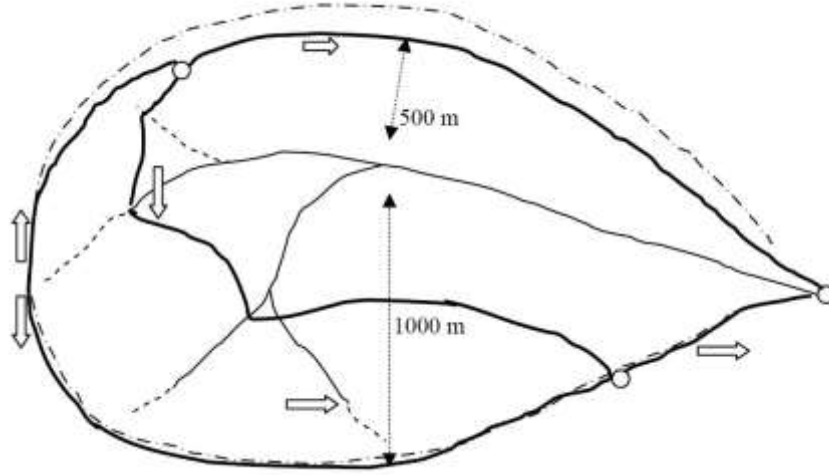
Ağaçlandırma sağlarında yol planlaması yapılırken sırttan aşığıya olacak şekilde planlama yapılmalıdır. Sırt yollarının konumu itibari ile yangın emniyet yolu olarak değerlendirilmesi de uygun olacaktır. Yapılacak ağaçlandırma türü ve amacına göre planlamada değişiklik yapılabilmektedir (URL-1, 2019).

Üretim amaçlı ağaçlandırma sahalarında yapılacak olan yol planlaması üretim ormanlarında yapılacak olan planlama ile aynı şekilde yürütülmelidir. Öncelikli olarak yamaç ve sırt yolları tercih edilmeli ve planlama bu şekilde yapılmalıdır. Zorunlu kalınan durumlarda dere yolları için planlama yapılabilmektedir. Şekil 1.5’de üretim ormanlarında planlamanın nasıl olması gerektiği gösterilmiştir (URL-1, 2019).



Şekil 1.5: Üretim amaçlı ağaçlandırma (OGM, 2008).

Hidrolojik amaçlı ağaçlandırma sahalarında; bu alanlarda su kalitesi ve sedimantasyon gibi etmenleri minimize etmek amacı ile yamaç ve dere yolu planlaması yapılmamalıdır. Yol planlaması yapılırken sadece sırt yolu planlanmalı yapılmalıdır. Ancak ağaçlandırma çalışmaları sırasında alanda yapılacak olan işlemleri kolaylaştırmak adına geçici yamaç yolları yapılabilir. Ağaçlandırma çalışmaları tamamlandıktan sonra geçici yolları kapatılıp kesinlikle kullanımına izin verilmemelidir. Şekil 1.6’da hidrolojik amaçlı ağaçlandırma sahalarında yol planlaması hakkında görsel hazırlanmıştır (URL-1, 2019).



Şekil 1.6: Hidrolojik amaçlı ağaçlandırma (OGM, 2008).

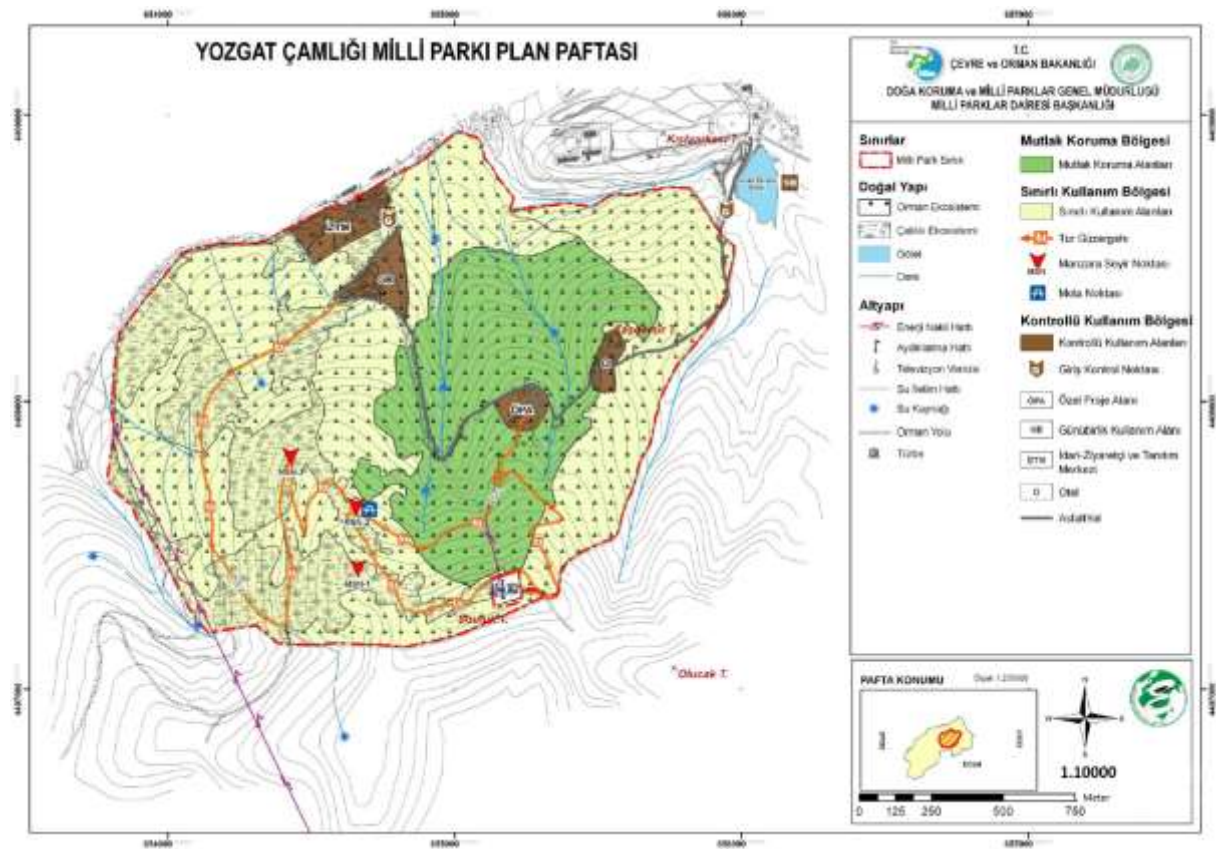
Yeşil Kuşak tesisi amaçlı sahalarda; yeşil kuşağı sınırlandıracak bir yol planlaması yapılmalıdır. Sosyal baskı, dışarıdan gelebilecek tehlikeler ve orman yangını gibi kriterler dikkate alınarak planlama yapılmalıdır. Planlamada yangın ihtimali olduğu için sırt yolları ve alanda erişimi sağlamak içinde yamaç yollarının yapılması önerilmektedir (URL-1,2019).

Milli Parklar, bilimsel ve estetik olarak, dünyadan ender bulunan doğal ve kültürel ormanlardır. Ziyaretçilere parkta bulunan değerlerin hepsini sergilemek için yol planlamasında standart yollar yerine doğaya zarar vermeden basit yolları planlanmalıdır. Alana zararı da düşünülerek basit ama ziyaretçinin alanda daha uzun süre bulunacağı yolların planlanması önerilmektedir. Örnek yol planlaması Şekil 1.7’de verilmiştir (URL-1, 2019).

Milli Parklar da yol planlaması mümkün olduğu kadar arazi yapısına uygun, kazı gerektirmeyen ve özellikle dozer kullanılmadan yapılmalıdır. Yolların yapımı sırasında ekskavatör ve insan gücünden faydalanılmalıdır. Araç yolları alanda sınırlandırılıp gezi amaçlı yürüyüş, bisiklet ve at parkuru planlanmalıdır. Alandan minimum kayıp ile doğanın maksimum sergileneceği bir planlama yapılmalıdır (URL-1, 2019).

Yangın tehlikesine karşılık yapılacak olan yol planlamasında değişiklik yapılabilir. Örneğin; Bir milli parkta yangın emniyet yoluna ihtiyaç duyulmazsa burada yangına karşı gözetleme kulesi ve mücadele ekipleri sahada bulunmalıdır, diğer milli parkta ise yol planlamasının yeterli olmayacağı göz önünde bulundurularak yangın emniyet yolu içinde planlama

yapılmalıdır (URL-1, 2019).



Şekil 1.7: Milli park ormanlarında planlama.

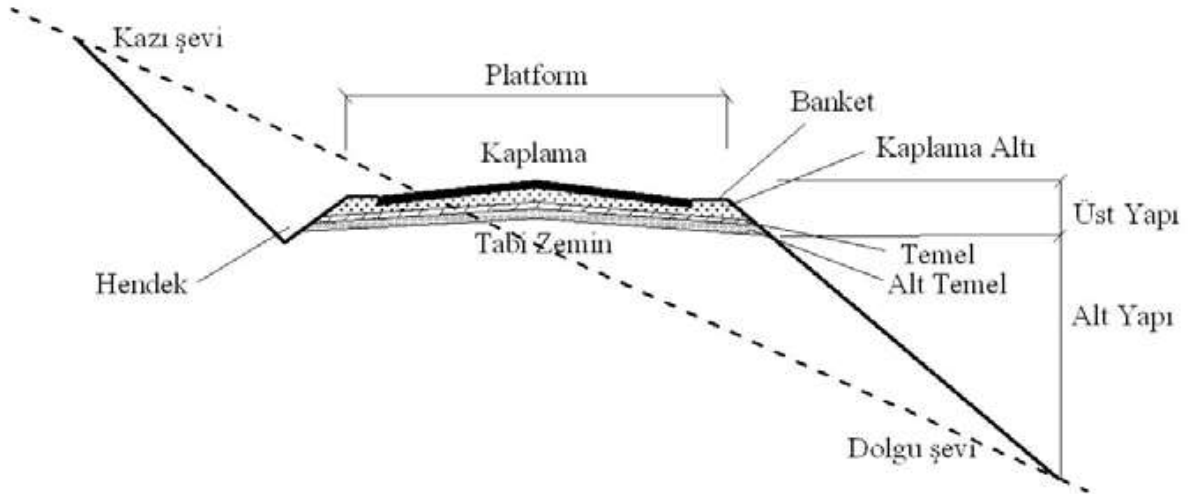
Muhafaza ormanlarında yol planlaması yapılırken öncelikle arazi şartları göz önünde bulundurulmalıdır. Tahribatın fazla olduğu alanlar tespit edilerek yol planlama çalışmalarında bu alanlarda dikkatli bir planlama yapılmalıdır (URL-1, 2019).

1.2.4 Orman Yollarının Tipleri ve Özellikleri

Ormancılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan temel faktör orman yollarıdır. Aynı zamanda orman köylülerinin ulaşımını da sağlamaktadır. Orman yolları, yıllık nakliyatı planlanan ürün cins ve miktarı, trafik yoğunluğu, yapılış amacı ve fonksiyonu, yolu kullanacak araç boyutları ve yüklerinin ağırlıkları gibi faktörler dikkate alınarak üç ana gruba ayrılmıştır. Ana orman yolları, tali orman yolları (A ve B tipi olarak iki çeşittir) ve traktör yollarıdır. Orman yollarının teknik özellikleri Tablo 1.2’de detaylı olarak verilmiştir. Şekil 1.8’de örnek bir orman yolu kesiti görülmektedir.

Tablo 1.2: Orman Yollarının Teknik Özellikleri (OGM, 2008).

Yolun Tipi		Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu				Traktör Yolu
			A - Tipi	B - Tipi			
				SBT	NBT	EBT	
Platform Genişliği	m	7	6	5	4	3	3.5
Şerit Sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Azami Eğim	%	8	10	9	12	12	20
Asgari Kurp Yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit Genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket Genişliği	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Hendek Genişliği	m	1	1	1	1	0.5	
Üst Yapı Genişliği	m	6	5	4	3	3	
Köprü Genişliği	m	7+(2x0.6)	6+(2x0.6)	5+(2x0.6)	4+(2x0.6)	4+(2x0.6)	



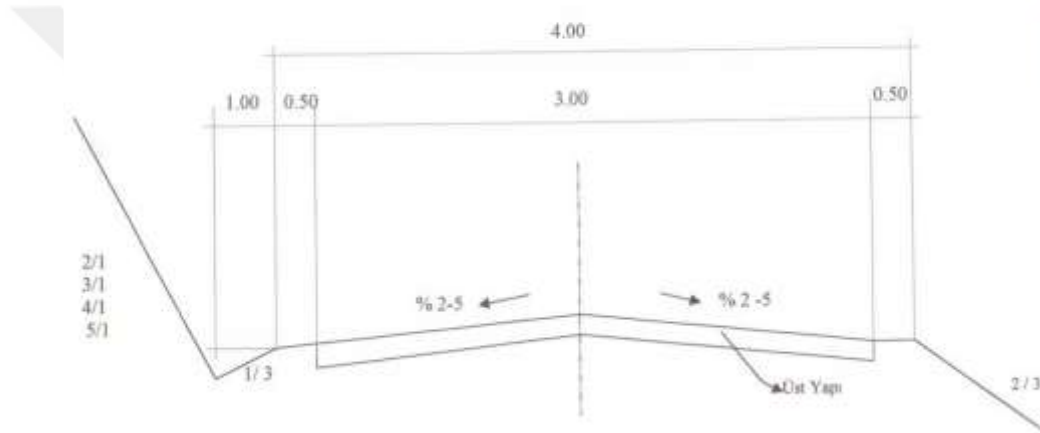
Şekil 1.8: Orman yolu en kesiti (OGM, 2008).

1.2.5 Ana Orman Yolu

Trafiğe uygun platformu yedi metre olan iki şeritli yollardır. Genellikle ana derelerin yakınına ve bir metre hendek olacak şekilde planlanır. Ana Orman Yollarının yapılabilmesi için yıllık üzerinden nakliyatı planlanan emvalin 50.000m³ ten fazla olması gerekmektedir. OGM' nin vereceği özel izinle yapılması mümkündür. Detaylı olarak tarif etmek gerekirse; altı metrelik bir kaplama alanı olan, kurp çapları minimum yüz metre ve eğimi yüzde sekizi geçmeyen yollardır. Orman yolları arasında trafik işaretlerinin bulunması zorunlu olan tek yol tipidir. Şekil 1.9'da örnek bir ana orman yolu kesiti verilmiştir (OGM, 2008).

1.2.6.2 B Tipi Tali Orman Yolu

Trafiğe uygun platformu üç ile beş metre arasında değişen yollardır. Genellikle derelerin yakınında veya yamaçlarda ve yarım veya bir metre hendek olacak şekilde planlanır. Ana orman yollarının yapılabilmesi için yıllık üzerinden nakliyatı planlanan emvalin 25.000 m³ den az olması gerekmektedir. Üretim alanları belirlenerek nakliyat yaklaşmadan üzerinden taşınacak olan ürünün türü ve arazi şartları dikkate alınarak planlanmalıdır. Üst yapı malzemesi üç veya dört metre genişlikte kaplanmalıdır. Şekil 1.11’de örnek bir B tipi tali orman yolu kesiti verilmiştir (OGM, 2008).



Şekil 1.11: B Tipi Tali Orman Yolu en kesiti (OGM, 2008).

Asgari kurp yarıçapı 12m ve prensip olarak normal eğim olan % 9 eğim kullanılacak, ender olarak ve kısa mesafelerde uygulanmak şartıyla azami eğim % 12 olacaktır. Ters taşımada eğim 1000m ye kadar % 9, 1000m den daha uzun mesafede % 7 olacaktır. % 75'in üzerinde olan arazi yamaç meylinde uzun mesafede som ve sert kaya olması halinde, böyle kısımlarda yol platformu 3m, hendek 0,50m olmak üzere B tipi tali orman yolu 3,5m genişliğinde olacaktır. Genel tarifi yapılan ve ormanların çok büyük bir bölümüne ulaşımı sağlayan B tipi tali orman yolları; arazinin topografik yapısı, ormancılık faaliyetlerinin yoğunluğu ve önceliği, iş merkezleri, trafik yoğunluğu gibi etkenler dikkate alınarak üç alt gruba ayrılmıştır. Şekil 1.12’de orman yollarının konumlarına göre sınıflandırılması gösterilmiştir (OGM, 2008).



Şekil 1.12: Bulundukları yere göre orman yolları (Sirt, Yamaç ve Vadi yolu).

Standartları Yükseltmiş B-Tipi Tali Orman Yolu (SBT): İşletme Şefliği sınırları içerisinde merkeze doğru planlanan ve köylerin ulaşım sorununu da çözen yollardır. Tır ve iş makinesi gibi araçların manevra yapmadan ulaşımını sağlamaktadır. Detaylı olarak tarif etmek gerekirse; trafiğe elverişli alanı beş metre, eğimi en çok yüzde dokuz, kurp çapı 40 metre ve bir metre hendek bulunan yollardır. Bu yollarda minimum görüş mesafesi yirmi - otuz metre olmalıdır. Sanat yapısı ve üst yapısı yapılması konusunda öncelikli olan yollardır (OGM, 2008).

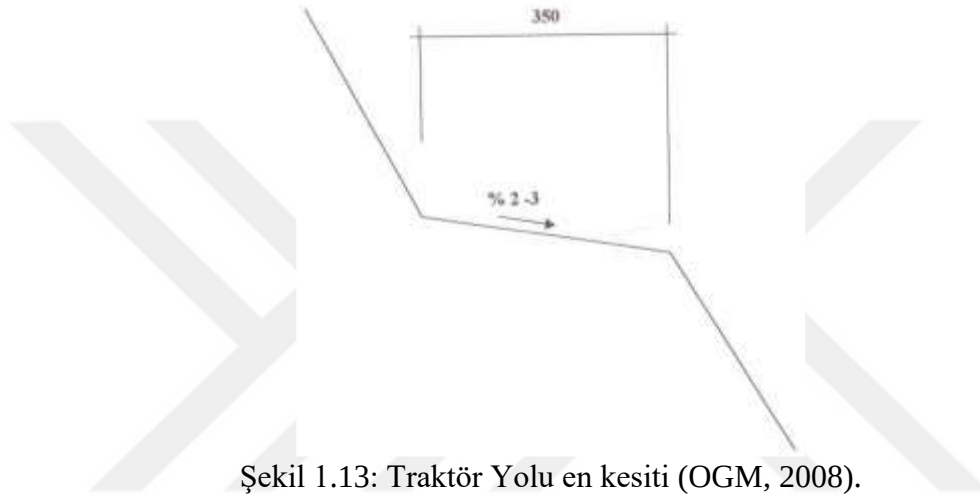
Normal B-Tipi Tali Orman Yolu (NBT): Bu yol tipi ormanlarda bulunan normal topografik yapı ile arazi şartlarında uygulanır. Detaylı olarak tarif etmek gerekirse; trafiğe elverişli alanı dört metre, eğimi yüzde dokuz ile on iki arasında, kurp ve laşe çapları yirmi dört metre, bir metre hendek bulunan ve ormanların geneline ulaşımı sağlayan yollardır (OGM, 2008).

Ekstrem B-Tipi Tali Orman Yolu (EBT): Arazi şartlarının çok zor olduğu ve dağ zonunun başladığı alanlara yapılan yollardır. Çıkamaz yollar ile dik yamaçlara ve kayalık alanlara ulaşımı sağlamak için planlanan yol türüdür. Detaylı olarak tarif etmek gerekirse; trafiğe elverişli alanı üç metre, eğimi kısa mesafelerde yüzde on ikiye kadar çıkabilen, yarım metre hendek bulunan, yolun sonunda veya karşılaşma noktalarına dönüş yeri yapılan yollardır. Tehlikeli kısımlarına trafik işareti konulmalıdır (OGM, 2008).

1.2.7 Traktör Yolu

Diğer orman yolları ile ulaşılamayan dere içi ve çözüm bulunamayan alanlarda yapılan üretimin ve nakliyatın yapılması için gerekli olan yollardır. Zor arazi şartlarında, genellikle

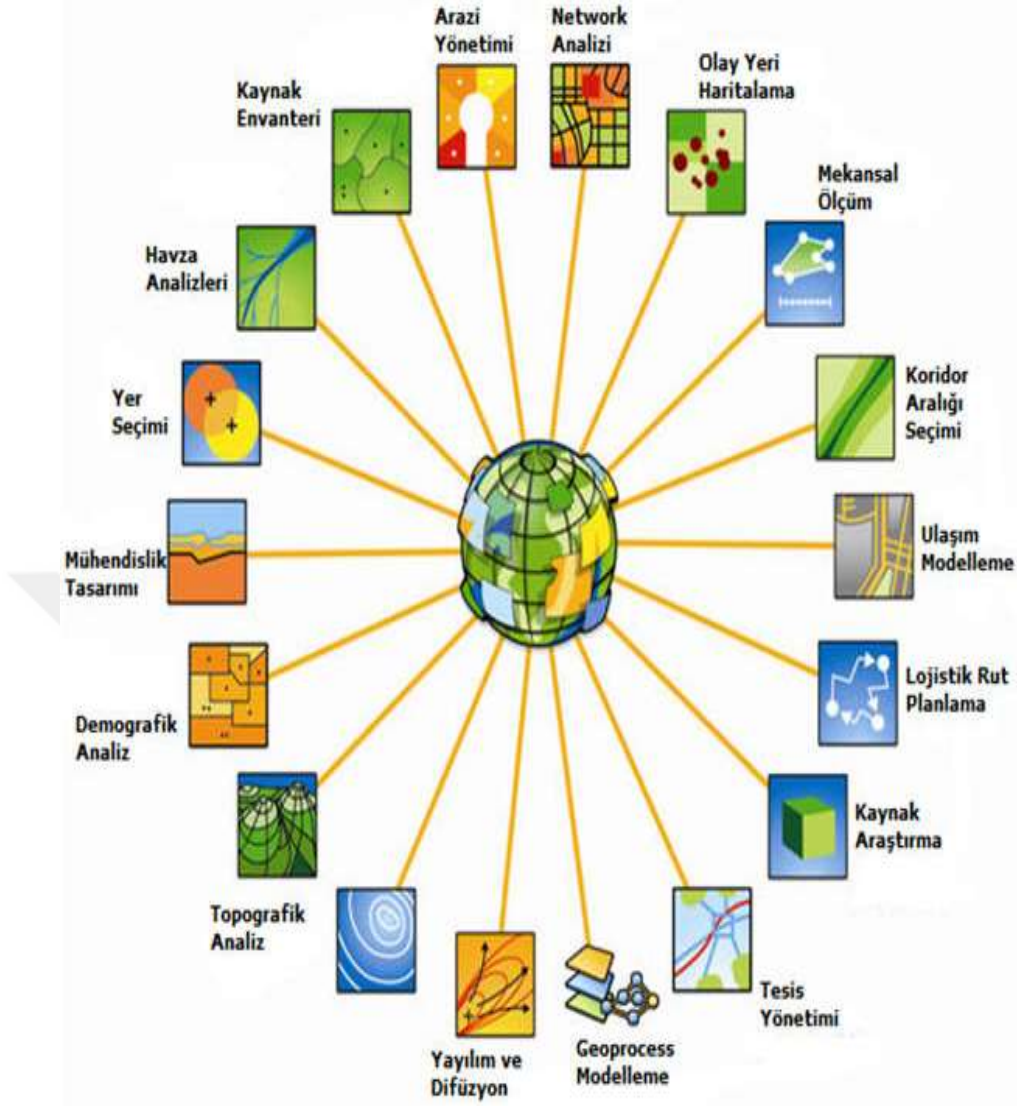
sadece traktörün ve üretim araçlarının kullanımında olan, üretim alanı ile en yakın yol veya rampa arasındaki yollardır. Mevcut yol ağ planına uygun olarak yapılmalıdır. İnış aşağı eğimi yüzde on altı maksimum yüzde yirmi, yokuş yukarı nakliyatıta ise eğim yüzde on iki olmalıdır. Traktör yolları yapılırken yol uzunluğu bin metreyi geçmemelidir. Detaylı olarak tarif etmek gerekirse; trafiğe elverişli alanı üç buçuk metre ve kurp çapı on altı metre olan yollardır. Bu yollarda üst yapı yapılmamaktadır. Şekil 1.13’de örnek bir traktör yolu kesiti verilmiştir (OGM, 2008).



Şekil 1.13: Traktör Yolu en kesiti (OGM, 2008).

1.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemi karmaşık çevresel, sosyal, ekonomik vb. sorunların çözümüne yönelik konuma dayalı büyük hacimli coğrafi verilerin oluşturulması, saklanması, kullanılması, yönetilmesi, çözümlenmesi, sorgulanması ve sergilenmesi gibi fonksiyonları yerine getiren yöntem, yazılım ve donanımın tamamından oluşur. Kısacası CBS yeryüzü, araştırma, planlamayla ilgili olan sözel ve konumsal verilerin toplanması, saklanması, çözümlenmesi ve sergilenmesini kapsayan bir iş akışıdır. Arazi üzerindeki konumsal bilgilere sahip verileri depolayan ve kullanan bilgisayar sistemi olarak tanımlanmaktadır.

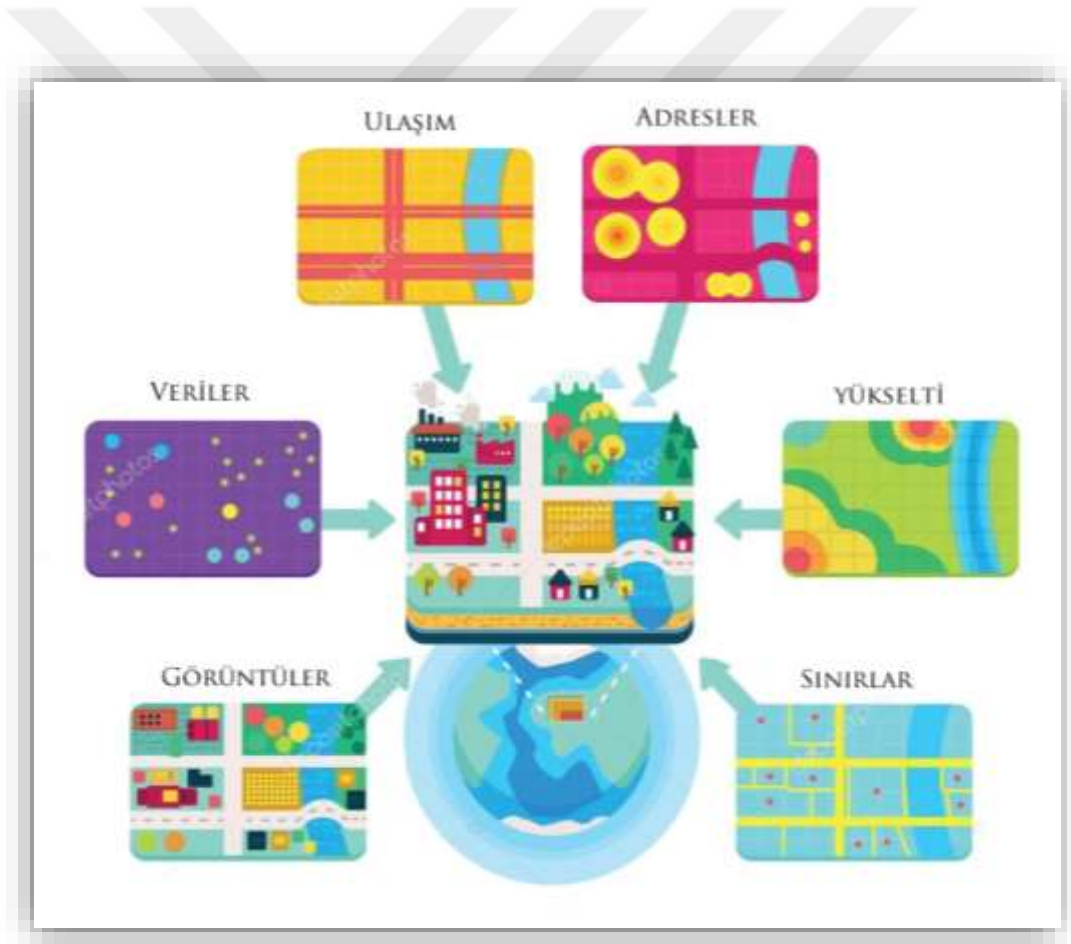


Şekil 1.14: Coğrafi Bilgi Sistemleri (URL-2, 2019).

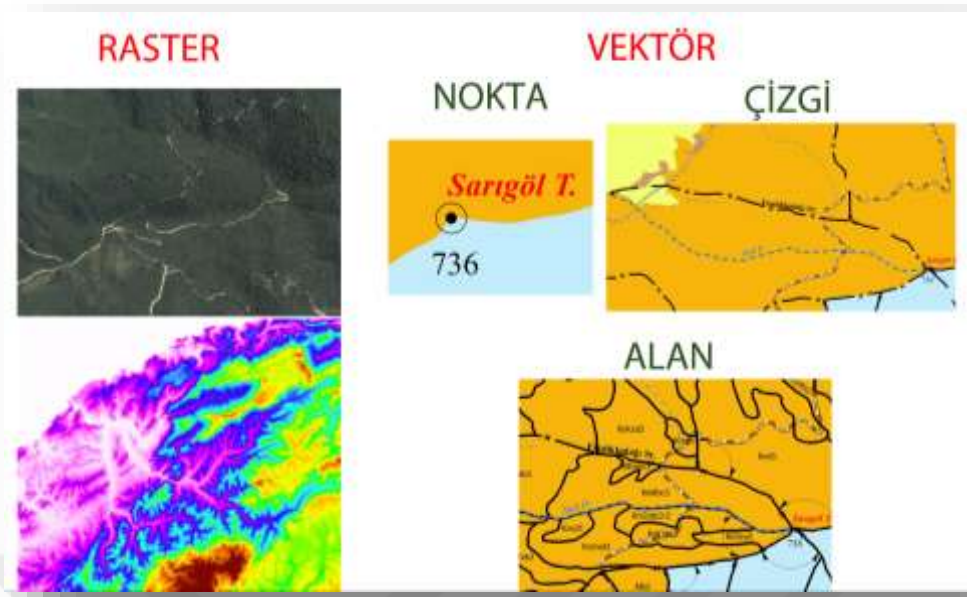
Başlıca geliştirilen CBS uygulamaları; Kent Bilgi Sistemi, Orman Bilgi Sistemi (ORBİS), Karayolları Bilgi Sistemi, Arazi Bilgi Sistemi, Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi (TAKBİS), Lojistik Bilgi Sistemi, İç Güvenlik Bilgi Sistemi, Araç İzleme Bilgi Sistemi, Trafik Bilgi Sistemi, Kampüs Bilgi Sistemi, Deprem Bilgi Sistemi, Harita Bilgi Sistemi gibi projelerden oluşmaktadır (İnan ve İzgi, 2011). Şekil 1.14’de uygulama alanları ile ilgili görsel eklenmiştir. Kısacası CBS donanım, yazılım, veri setleri, yöntemler ve kullanıcıdan oluşan bir bilgisayar sistemidir.

1.3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Yapısı

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veriler konumsal (Geometrik) ve sözel-tanımlayıcı (Tematik-Öznitelik) olarak ikiye ayrılmaktadır. Konumsal veriler bir verinin konum bilgisini vermektedir. Vektör ve Raster veri olarak ikiye ayrılmaktadır. Raster veriler sayısal yükseklik modelleri (SYM), bakı modelleri, eğim modelleri ile uydu ve ortofoto görüntüleri gibi verilerden oluşmaktadır. Vektör verilerde temelde alan, çizgi ve nokta verilerinden oluşmaktadır. Sözel veriler ise çalışma sırasında kullanılan her çeşit sözel ve matematiksel verinin bulunduğu veri tabanlarıdır. Şekil 1.15 ve 1.16'da veri yapısı ile ilgili görsel hazırlanmıştır.



Şekil 1.15: Coğrafi Bilgi Sistemleri veri yapısı (URL-3, 2019).



Şekil 1.16: Coğrafi Bilgi Sistemleri veri formları.

1.3.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Elemanları

Bir projede CBS'nin kurulabilmesi için çeşitli elemanlar gerekmektedir. Bunlar; yazılım, donanım, yöntemler, veri tabanı ve bu işlemler sırasında veriyi yönetebilecek insanlardır. Şekil 1.17'de konu ile ilgili görsel bulunmaktadır.



Şekil 1.17: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin elemanları (URL-4, 2019).

Donanım: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin işlemlerini sağlayan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin tamamına donanım denir. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, tarayıcı, yazıcı, sayısallaştırıcı, çizici, veri kayıt üniteleri gibi cihazlar CBS için önemli donanımlardır.

Yazılım: Coğrafi bilgileri saklamak, çözümlemek ve sergilemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak için yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalara yazılım denir. Yazılımların neredeyse tamamı ticari amaçlı firmalar geliştirmiş gibi görünse de az sayıda da olsa üniversite ve araştırma kurumları tarafından da geliştirilmiştir. Dünyadaki CBS pazarına bakıldığında büyük bir kısmının yazılım firmalarının elinde olduğu görülmüştür. Günümüzde CBS uygulamalarının üretilen yazılımlar ile özdeşleştiği görülmektedir.

Veri: CBS' nin en önemli bileşenlerinden biri de veridir. Konumsal yapıdaki coğrafi veriler ile sözel nitelikteki tablo verileri araziden doğrudan toplanabileceği gibi, hazır halde bulunan CBS verileri de satın alınabilir.

İnsan Kaynakları: CBS'de insan kaynakları, sistemleri hazırlayan ve güvenlik önlemlerini alan uzman teknisyenlerden ve sisteme sürekli veri girişinde bulunan geniş bir kitledir.

Yöntemler: CBS konusunda başarılı bir çalışma yapılmak istenirse temel olarak iyi bir plan ve eksiksiz tasarlanmış bir veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. CBS çalışmalarında her kurumun kendi ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Bu nedenle kurumlara özgü uygulama ve modeller geliştirilmiştir. Ancak kurumların bir arada çalıştıkları konular da bulunduğu için her ne kadar özel çalışıyormuş gibi görünse de veriler birleştirildiğinde veri yapısında herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duyulmamalıdır. CBS çalışmalarında bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanması için gerekli yöntemlerin sürekli güncellenerek uygulanması gerekmektedir.

1.3.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Genel Fonksiyonları

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç konumsal bilginin; üretimi, sorgulanması ve analizi, yönetimi, sergilenmesi ve ağ üzerindeki dağınık veri tabanlarından konumsal verileri tüm

insanlar ile paylaşabilecekleri teknolojiyi sunmaktır. Şekil 1.18’de genel fonksiyonlar ile ilgili olarak görsel eklenmiştir.

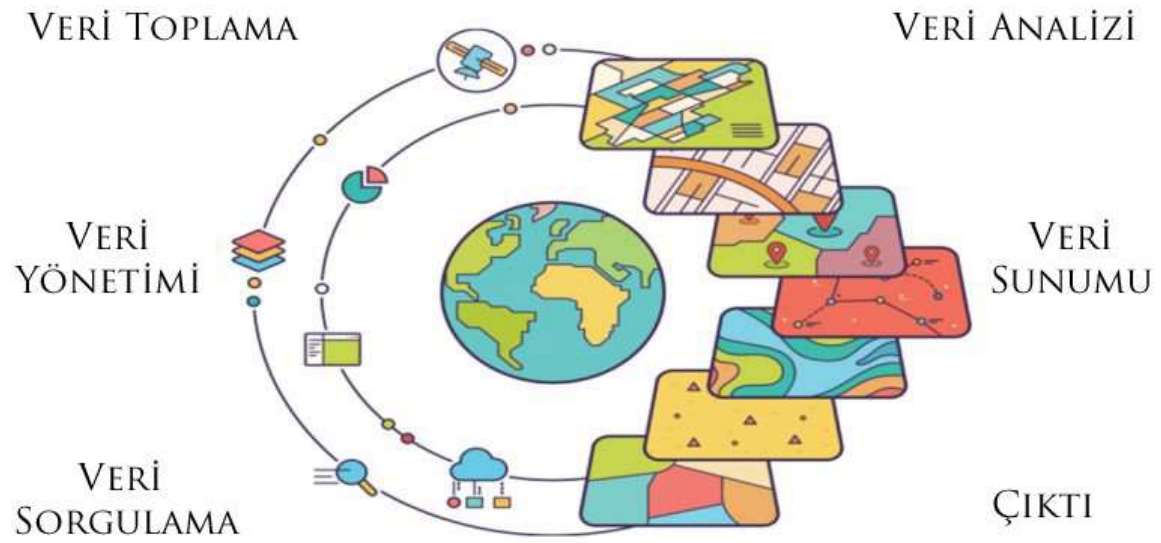
Veri Üretimi: Coğrafik veriler toplanarak, CBS’ne eklenmeden önce sayısal - dijital formata dönüştürülmelidir.

Veri Sorgulama ve Analizi: Özel CBS projelerinde verilerin dönüşümü veya sorgulanması istenebilir. Örneğin; yol, bina ve nüfus dağılımı gibi konumsal veriler farklı ölçeklerde olabilir. Bu verileri herhangi bir CBS uygulamasında kullanmadan önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir.

Veri Yönetimi: Lokal olarak geliştirilen CBS projelerinde konumsal bilgilerin küçük boyuttaki dosyalarda depolanması mümkündür. Büyük çaplı olarak geliştirilen CBS projelerinde verinin çok sayıda kullanıcı tarafından kullanılması gerektiğinden ilişkisel veri tabanı yönetimi sağlanmalı ve verilerin saklanması, yönetilmesi ve organize edilmesine yardımcı olunmalıdır.

Verinin Sergilenmesi: Verinin görselleştirilmesi işlemleri CBS önemli bir parçasıdır. Birçok konumsal işlemin sonucunda yapılanlar haritalar ile görselleştirilebilir. Haritalar konumsal veriler ile kullanıcı arasındaki iletişimi sağlayan bir araçtır.

ESRI’nin, CBS’ nin genel fonksiyonlarının tamamını karşılayabilen; modern, kullanışlı, profesyonel ve fonksiyonel çözümleri ölçeklendiren platformda sergilemesi ile ArcGIS teknolojisi elde edilmiştir.



Şekil 1.18: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin genel fonksiyonları (URL-3, 2019).

1.3.4 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Veri Toplama Teknikleri

CBS’ de koordinat verilerinin sisteme dahil edilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Değişik ölçeklerde harita, yersel ölçümler, ortofotolar ve uydu görüntüleri ile oluşturulan verilerde koordinat, mesafe ve açı bilgileri veri kaynağı olarak görülmektedir. ArcGIS programı ile doğrudan altlık üzerinden ekran aracılığı ile veya koordinat, mesafe açı listelerinden elde edilen veriler için dönüşümler yapılır ve veri üretimi tamamlanmış olur.

1.3.5 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Veri Toplama Formatları

CBS’ de veriler vektör veya raster olarak depolanmaktadır. Bu formatlar da bulunan veriler için konumsal analiz ve sorgulamalar verimli olmasına rağmen veri tiplerinin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır.

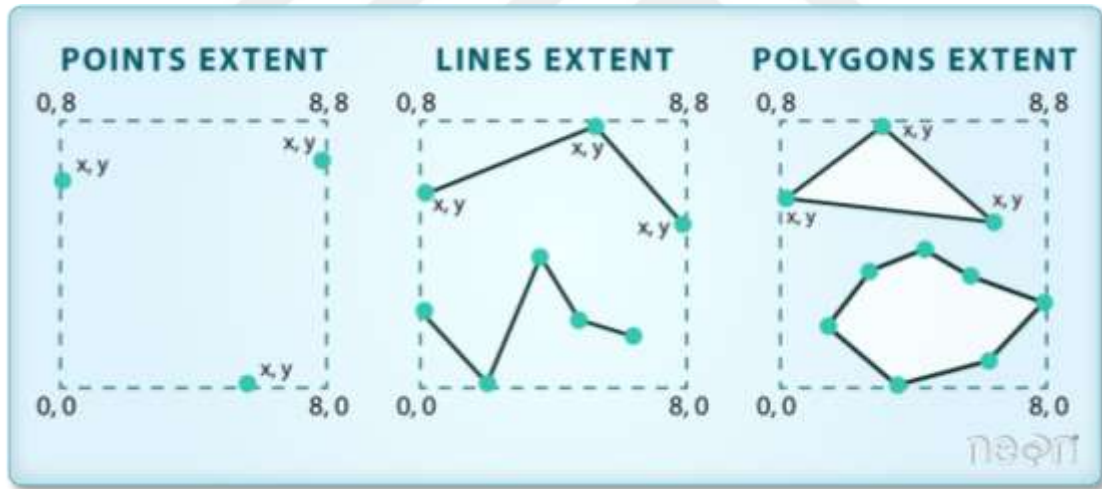
1.3.5.1 Vektör Veriler

Vektör veri tipinde veriler alan, nokta ve çizgi özelliklerini oluşturacak şekilde koordinat değerleri olarak saklanır. Nokta verisi için tek bir koordinat (x,y) saklanmaktadır. Örneğin; 1/100000 ölçekli çalışmada ‘köy ve mahalle yerleşik alan’ katmanı nokta veri formunda tanımlanırken, ölçeğin 1/5000 olarak değiştirilirse veriler nokta yerine alan ile temsil

edilmektedir. Kuyular, tepeler, telefon ve elektrik direkleri, yerleşim merkezleri vb. nokta formunda projelerde kullanılan katmanlardır.

Çizgi formu temel olarak bakıldığında n adet noktanın birbirine bağlanması ile oluşmaktadır. Çizgi formuna sahip her veri incelendiğinde X_1, Y_1 koordinat çiftinden başlayarak X_n, Y_n koordinat çiftine kadar gittiği görülmektedir. Çizgi formu ile dereler, yol orta hatlar, telefon ve elektrik hatları, demiryolu hattı gibi katmanlarda kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaya bağlı olarak form tipide farklı olmalıdır. 1/25000 ölçekli çalışmada yol orta hattı çizgi formu ile gösterilirken, 1/1000 ölçekli çalışmada aynı veri alan formu ile gösterilmektedir.

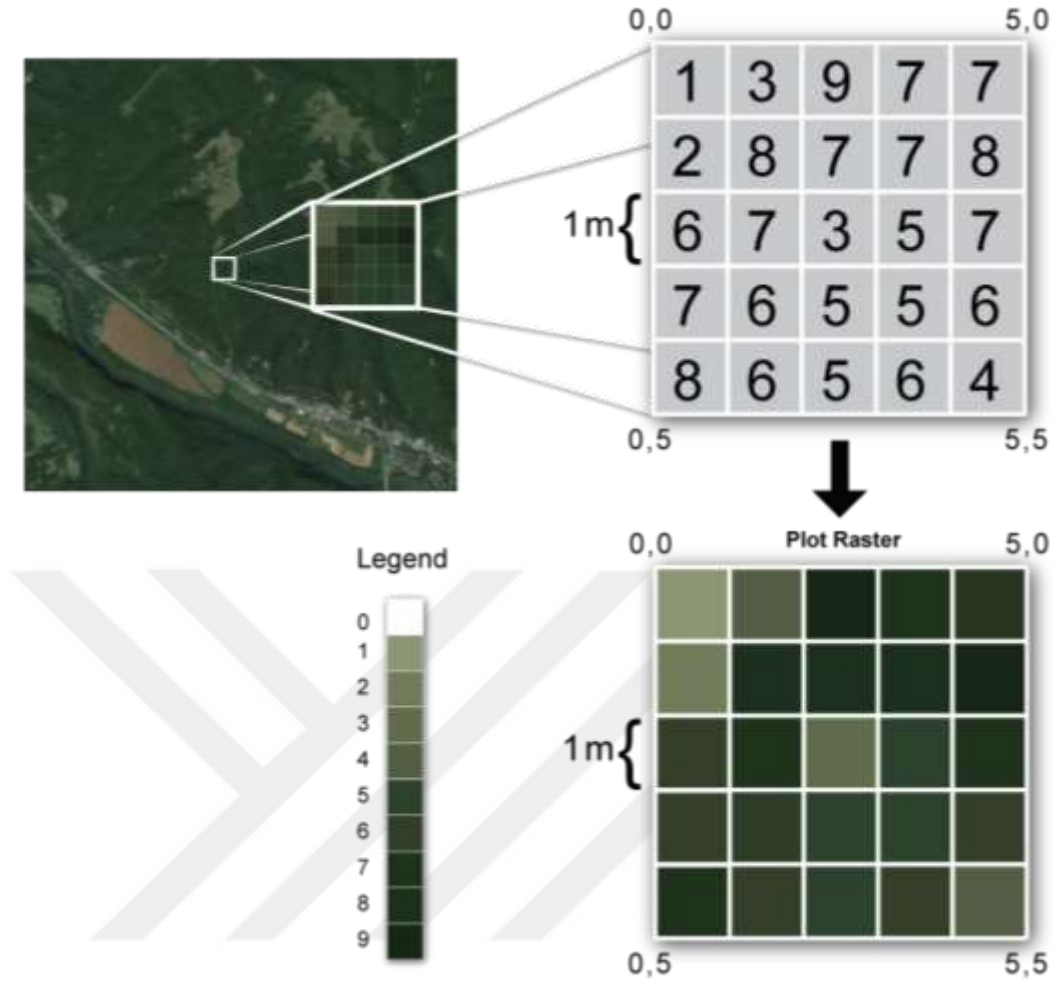
Alan formu nokta ve çizgi formlarına benzemekle birlikte çizgi formunun başlangıç ve bitiş noktasının aynı olduğu durumlarda oluşmaktadır. Alan formu il, ilçe, mahalle, köy, ada, parsel, bina, bölme, bölmecik, fonksiyon tipleri gibi katmanlarda kullanılmaktadır. Şekil 1.19'da veri formatları için görsel hazırlanmıştır.



Şekil 1.19: Vektör veri formatı (National Ecological Observatory Network (NEON), 2019).

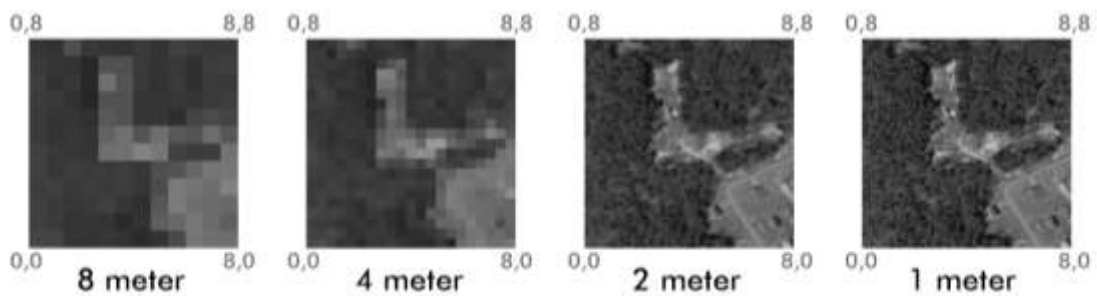
1.3.5.2 Raster Veriler

Raster veriler piksel değerlerine bağlı olarak oluşturulan mekânsal verilerdir. Genellikle birbiri ile eşit sayıda satır ve sütunlardan oluşmaktadır. Her piksel farklı bir renk değeri saklamaktadır. Uydu görüntüleri, ortofotolar ve taranmış olan haritalar raster formatında değerlendirilmektedir. Şekil 1.20'de raster veri formatları gösterilmiştir.



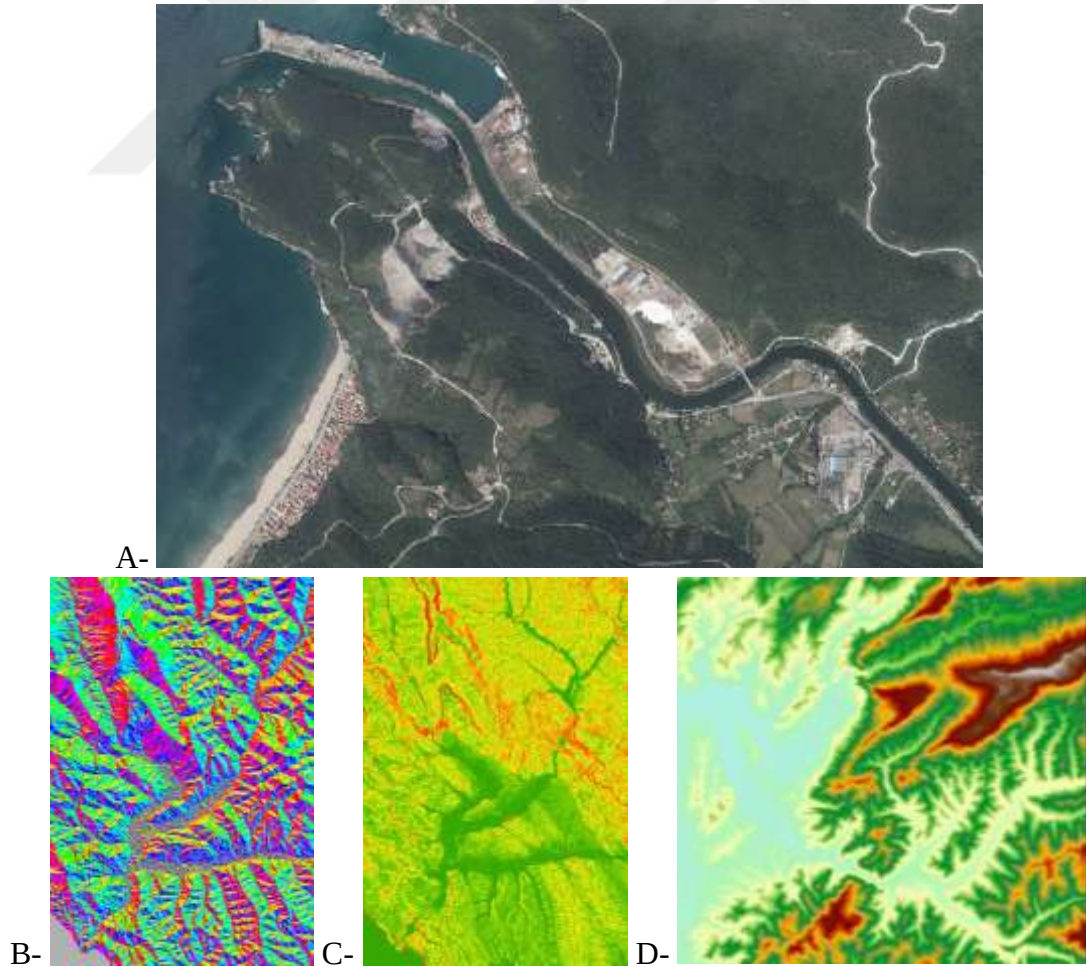
Şekil 1.20: Raster veri formatı (National Ecological Observatory Network (NEON), 2019).

Raster veriler de çözünürlük ile piksel boyutu arasında ters orantı bulunmaktadır. Raster verilerde çözünürlük ne kadar artarsa piksel boyutları da o kadar azalmaktadır. Piksel boyutunun azalması, sayısının artması ile raster veriden okunabilecek detayda artmaktadır. Raster verilerde konum bilgileri piksellerde saklanmaktadır. Raster verilerde aynı boyutta bir araya gelen en küçük birim pikseldir. Şekil 1.21’de çözünürlük farkı gösterilmiştir.



Şekil 1.21: Raster veri çözünürlüğü (National Ecological Observatory Network (NEON), 2019).

Raster verilerde hassasiyetin piksel boyutuna göre değişen çözünürlük oranı ile tanımlanır. Her piksel bir değere saklamaktadır. Sakladığı değeri coğrafi bir özelliği temsil eden kod veya 0-255 renk aralığında bir değerdir. Saklanan veriler vektör veri üretimi için altlık olarak kullanılırlar. Raster verilerin çalışmalarda altlık şeklinde kullanmak için verinin gerçek konumuna taşınmış olması gerekmektedir. Bu işlemde coğrafi referanslar baz alınarak yapılmaktadır. Raster verileri kendi içerisinde ikiye ayırmak mümkündür. İlki raster formunu sadece altlık olarak kullanarak piksellerin içerisindeki renk ve konum değerleri kullanır. İkincisi yönetilebilir raster veri olarak bilinmektedir. Yönetilebilir raster verilerde piksellerde konum ve renk bilgilerinin dışında yükseklik, uzaklık, yön, arazi kullanımı gibi veri yönetimine girdi sağlayan değerleri de içermektedir. Yönetilebilir raster veriler vektör verilerden de üretilebilir. Oluşturulan bu veriler ile çok farklı fonksiyonlarda veri üretimi ve analizini gerçekleştirmek mümkündür. Şekil 1.22’de raster veri örnekleri gösterilmiştir (NETCAD, 2015).



Şekil 1.22: Raster veri örnekleri (A-hava fotoğrafı, B-bakı analizi, C-eğim analizi, D-sayısal yükseklik modeli).

Raster veriler bant sayılarına göre sınıflandırılabilir. Örneğin bir bantlı ve çok bantlı raster veriden oluşabilir. Bant, elektromanyetik spektrumun veya dalga boylarının sınıflandırılmasıdır. Bant sınıflandırmasının en büyük artısı insan gözü ile algılanamayan dalga boylarındaki (kıızıl ötesi ve mor ötesi gibi) bantlar insan gözünün gördüğü kırmızı, yeşil ve mavi renklere dönüştürülebilir. Raster verilerde dalga boyu aralığı ve sınıflandırmasındaki farklılıklar ile bant sayısındaki değişiklikler verinin kullanım alanlarını doğrudan etkilemektedir. Şekil 1.23’de görülebilir renkler için hazırlanmıştır.

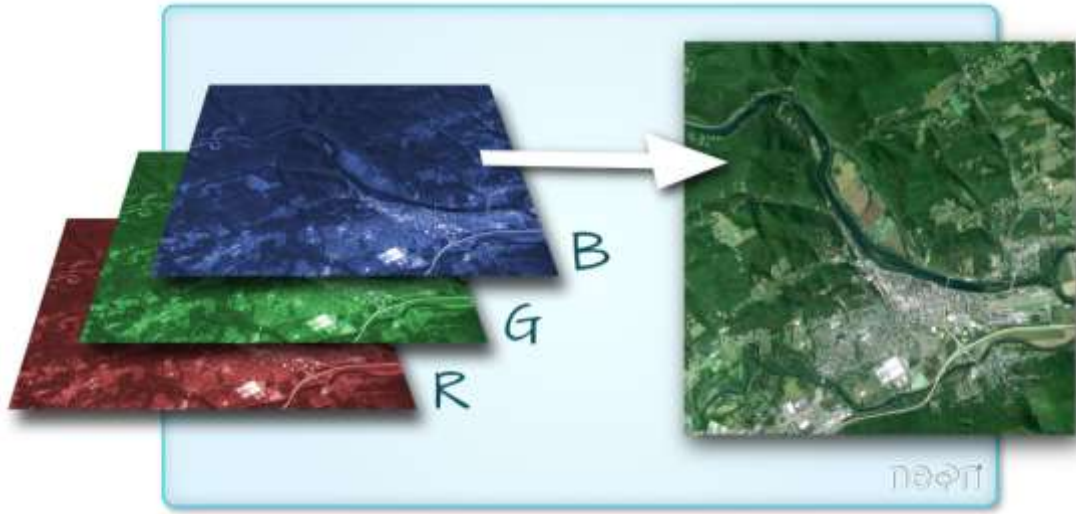
Tablo 1.3: Landsat TM bant özellikleri (URL-5, 2019).

Bant	Spektral Aralık (μm)		Çözünürlük (m)	
1	0.450 - 0.515	Mavi	Görünür	30
2	0.525 - 0.605	Yeşil		30
3	0.630 - 0.690	Kırmızı		30
4	0.750 - 0.900	Yakın Kıızılötesi	Yakın KÖ	30
5	1.55 - 1.75	Kısa dalga Kıızılötesi	KÖ	30
6	10.4 - 12.5	Termal Kıızılötesi	TKÖ	60
7	1.09 - 2.35	Kısa dalga Kıızılötesi	KÖ	30
Pan	0.520 - 0.900		Görünür	15

Tablo 1.3’de görüldüğü gibi Landsat TM raster verileri 8 bantlıdır. Bu bantları kullanım alanlarına göre sınıflandırmak gerekirse Tablo 1.4 oluşmaktadır.

Tablo 1.4: Landsat TM bantların kullanım alanları (URL-5, 2019).

Bant	Kullanımı
1	Bitki ve toprak arasındaki farklılıkları, ormanlık alanları ve kıyı çizgisinin haritalanmasında kullanılır.
2	Canlı bitkilerin yeşil bölümleri için kullanılır.
3	Farklı bitki türlerinin tespiti, litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanmasında kullanılır.
4	Bitkilerin miktarını saptamada, litolojilerin tanımlanmasında, toprak/litoloji ve kara/su arasındaki kontrastlığı gösterir.
5	Kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunmasında
6	Sıcaklık miktarı, bitkiler, termal kirliliğin ve jeotermal alanların belirlenmesinde
7	Litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesinde, toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanmasında

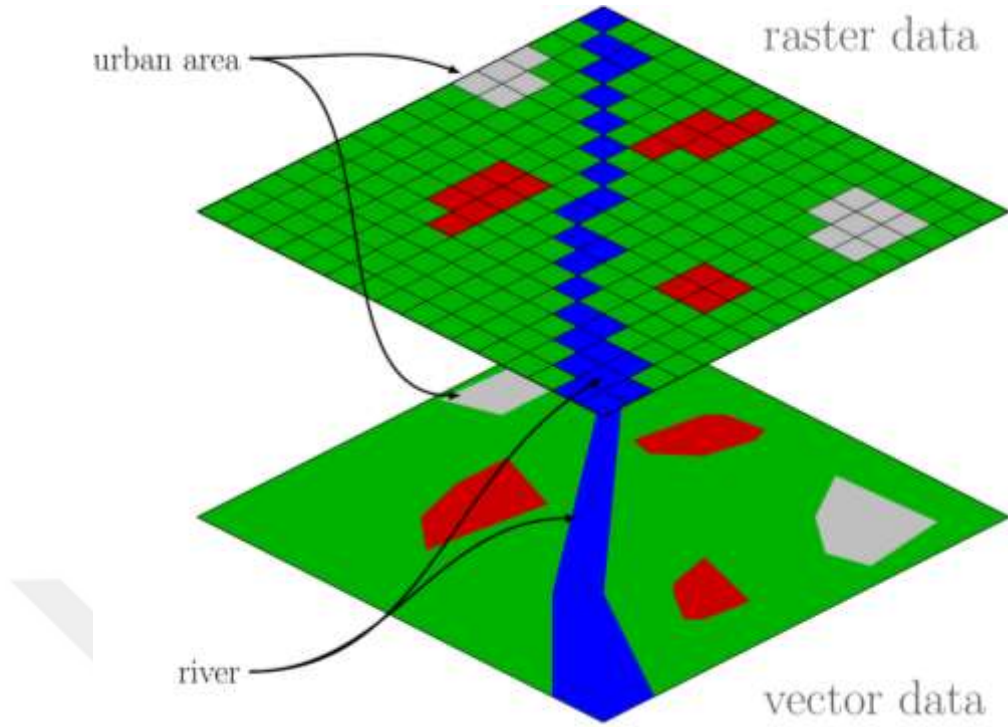


Şekil 1.23: Raster veri bant özellikler (National Ecological Observatory Network (NEON), 2019).

1.3.5.3 Vektör ve Raster Veri Arasındaki Farklılıklar

Raster verilerin boyutu vektör verilere oranla oldukça büyüktür. Konumsal analizler raster veri formatında daha kolaydır. Verilerin hassasiyeti raster verilerde piksel boyutu ile orantılı olduğundan hassasiyet gerektiren durumlarda veri kayıplarına neden olabilir. Vektör verilerde ise sözel bilgileri güncellemek ve ulaşmak çok daha kolaydır. Şekil 1.24’de raster ve vektör verilerin görsel farklılıkları gösterilmiştir.

- ✓ Vektör veriler Raster verilere oranla daha hassastır.
- ✓ Vektör veriler Raster verilere oranla veri tabanında daha az yer kaplar. Bunun temel nedeni raster verilerin boş pikselleri de saklamasıdır.
- ✓ Vektör verilerde veri boyutu harita yoğunluğuna bağlı iken Raster verilerde veri boyutu haritanın boyutuna bağlıdır.



Şekil 1.24: Raster ve Vektör veri arasındaki farklar (URL-6, 2019).

1.3.6 Coğrafi Bilgi Sistemlerin de Sorgulama

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde konumsal ve sözel verilerin sorgulanması mümkündür. Bu nedenle konumsal verilerden sözel verilere, sözel verilerden de konumsal verilere hızlı bir iletişim hattı sağlanmaktadır.

1.3.6.1 Nesneye Göre ve Özniteliğe Göre Seçim

Örnek üzerinden anlatmak gerekirse; CBS’de geliştirilen bir kent bilgi sisteminde bulunan Yol katmanı üzerinden yol adı “Orman Sokak” olan verilerin seçim işlemi veya Parsel katmanı üzerinden parsel numarası “8” olan verilerin seçim işlemi için kullanılan yöntemdir. Seçim yapıldıktan sonra seçilen yol ve parsel için veri tabanına girilmiş olan bütün verilere erişilmektedir.

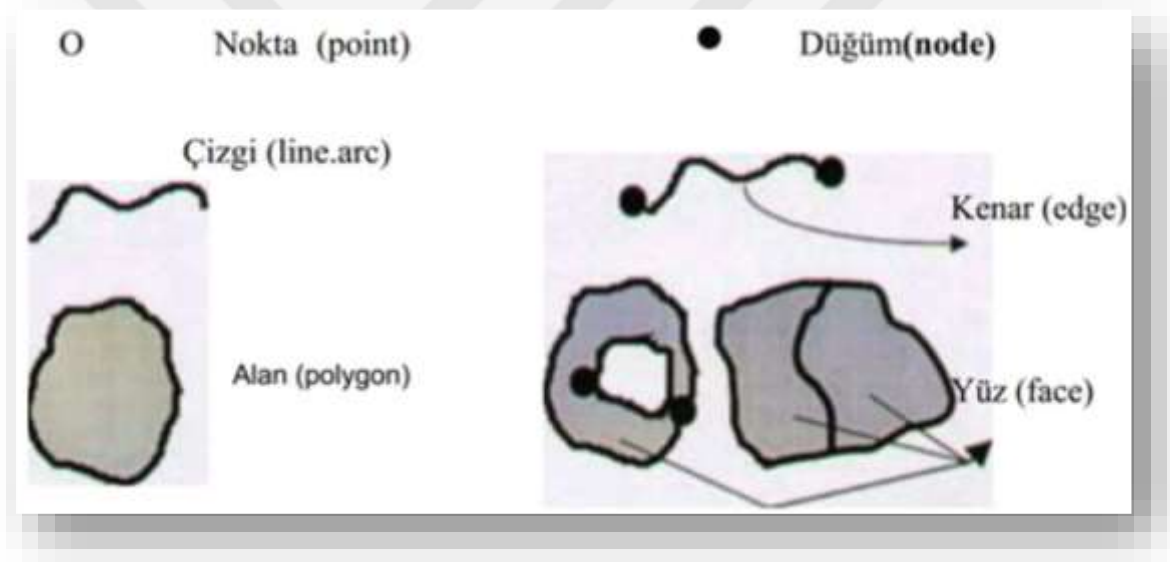
1.3.6.2 Konuma Göre Seçim

Aynı örneğe devam edersek kent bilgi sistemi içerisinde bulunan bir mahallenin yollarını seçmek için kullanılan seçim işlemi konuma göre seçimdir. Konuma dayalı seçimlerde farklı

tabakalar üzerinde ancak aynı konumda bulunan verilerin ilişkilendirilmesinde kullanılır.

1.3.7 CBS' de Topoloji

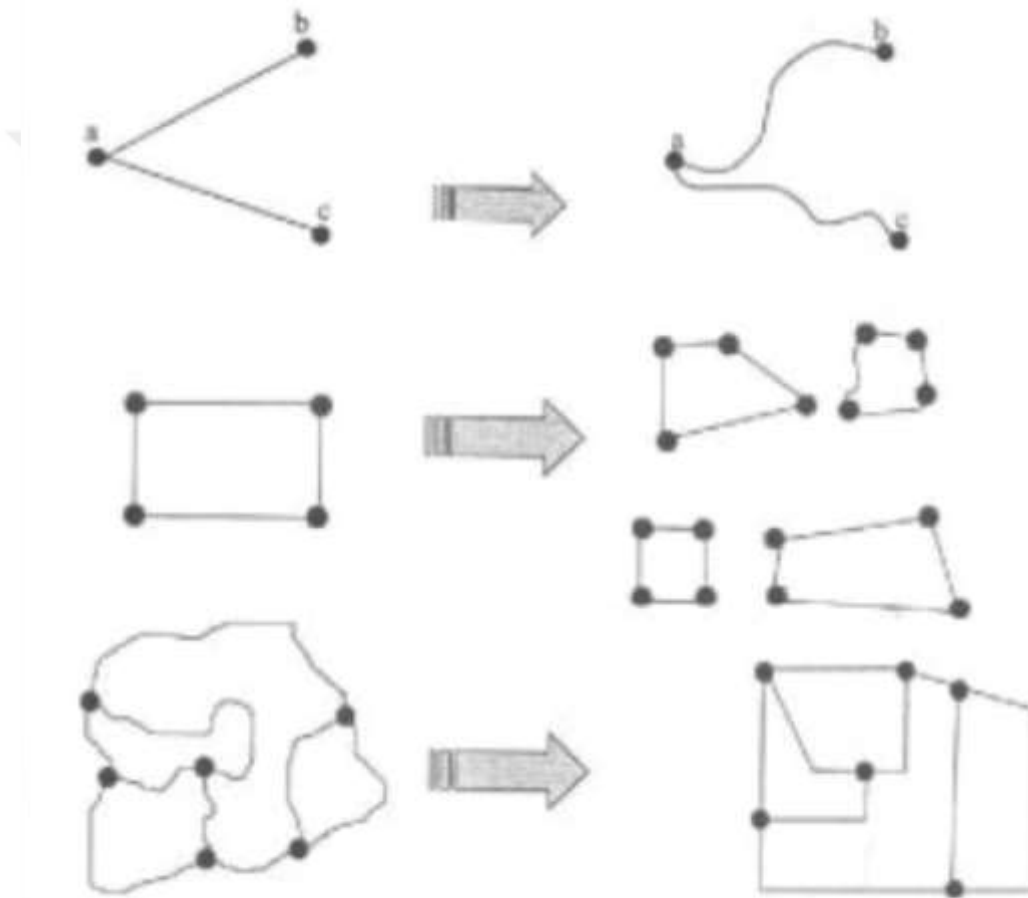
Coğrafi bilgi sistemlerinin tam olarak çözümlenmesi ve sorgulanması için verilerin topoloji yapısına sahip olması gerekmektedir. CBS'de topoloji kavramı çok önemlidir. Topoloji, coğrafi varlıkların birbiriyle nasıl ve ne şekilde ilişkilendirildiğini geometriden bağımsız şekilde gösterme biçimidir (Karaş vd, 2007). CBS yazılımlarını diğer bilgisayar destekli çizim yazılımlarından ayıran en önemli özellik coğrafi çözümleme, diğer bir ifade ile konumsal analitik işlemleri gerçekleştirebilme yeteneğidir. Şekil 1.25'de topoloji elemanları gösterilmiştir (Maguire, 1992).



Şekil 1.25: Topolojik elemanlar (Yomralıoğlu, 2000).

Grafik nesneler arasında temel olarak 3 farklı koordinat dönüşümü söz konusudur. Bunlar; afin, benzerlik ve projektif dönüşümdür. Benzerlik dönüşümünde açılar ve şeklin kendisi doğrudan değişime uğramaz. Ölçek faktörüne göre değişiklik yapılarak açılar sabit bir şekilde küçülür veya büyürler. Afin dönüşümde ise açılarda değişerek şekil geometrik olarak bozulur ve değişir. Ancak doğrularda değişiklik olmaz, paralellik durumu değişmez. Projektif dönüşümde ise iki düzlem arasındaki paralel olup olmama durumuna ve izdüşümün merkezsiz veya paralel olmasına bakılmaksızın dönüşüm yapılır. Bu dönüşümlerden sonra yapılması gereken ve en geniş geometrik dönüşümü topoloji sağlamaktadır.

Topolojik dönüşümlerde geometrik şekillerde metrik özelliklerden tamamen bağımsız olarak dönüşüm yapılmaktadır. Topoloji, nesnelerin metrik özellikleri ile değil birbirleriyle olan bağlantıyı inceleyen matematik dalıdır. Geometrik olarak şekillerin topolojik dönüşümler sonunda korunmuş olan özelliklerine topolojik özellikler denir. Bu gibi konuları topolojik geometri ile incelenir. Topolojik dönüşüm ile birbirine dönüştürülebilen iki şekle topolojik eşdeğer denir. Topolojik dönüşüm ile birine diğerrinin topolojik resmi denir. Şekil 1.26’da topolojik eşdeğerler için örnekler verilmiştir (Hacısalihlioğlu, 1998).



Şekil 1.26: Topolojik olarak eşdeğer şekiller (Karaş vd, 2007).

Şekil de görüldüğü gibi topoloji, şekillerin biçim ve boyut özelliklerini dikkate almadan şekil bozulmalarının karşısındaki sabit kalan özellikleriyle ilgilenmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Katlamamak ve yırtmamak kaydı ile bu sayfayı istendiği kadar sündürmek, esnetmek ya da gevşetmek serbesttir. Bu işlem esnasında geometrik nesnenin alacağı her bir yeni şekil, bir diğerrinin topolojik olarak dönüşüme uğramış halidir (Yomralıoğlu, 2000).



Şekil 1.27: Topolojik dönüşüm (Karaş vd., 2007).

Topolojik dönüşümler sonucu bir şeklin noktalarına diğer bir şeklin noktaları ile denk getirilir; fakat metrik yerine, metrik olmayan özelliklerin korunması sağlanmıştır. Böylece şekiller değişiklik gösterir, ancak topolojik özellikleri korunur. Bunu şekil 1.27 ile görselleştirebiliriz (Karaş vd, 2007). CBS uygulamalarında sık olarak baktığımız topolojik durumlar nesnelerin birbirleri ile olan ilişkisidir. Örneği bir bina diğer bir bina ile üst üste gelmiş mi veya yollar arasında bağlantı olmayan yol var mı? Topolojide bu ve bunun gibi sorunların bir an önce tespit edilip çözülmesi gerekmektedir.

1.3.8 CBS’de Analizler

Coğrafi Bilgi Sisteminde saklanan veri üzerindeki konumsal karar verme, sorgulama, sergileme gibi işlemler ancak analizler ile mümkün olmaktadır. Konumsal analiz işlemlerinde, mevcut girdilerden yararlanılarak yeni bilgi kümeleri üretilir. Saklanan vektör veriler, database bilgilerine göre ayrılarak farklı özelliklerde görüntülenebilir. Harita görüntüleme işlemi sırasında sistemde bulunan semboloji dosyaları kullanılarak vektör verilerde veri tipine göre renk ve tarama gibi semboller atayarak işlemleri hızlandırır. ArcGIS sisteminde vektör verilerin görüntülenmesinde; Graduated Colors, Single Symbol, Unique Values gibi özellikler kullanılır. Bu fonksiyonlar ile yönetmeliklere dayalı tematik haritalama, özel amaçlı harita ve standart topografik kadastral harita üretimleri ArcGIS teknolojisi ile hızlı ve kolay bir yapıya kavuşmuştur. ArcGIS’de vektör ve raster veri görüntüleme özelliklerinin yanı sıra veri tabanı bilgilerini etiketlemek, raporlamak ve grafikler ile göstermek mümkündür.

1.3.9 Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulama Alanları

CBS'nin temelde kullanım alanları aşağıda listelenmiştir.

- ✓ Harita Çalışmalarında: Online uydu görüntüleri kullanılarak veri üretim çalışmalarında ve çevrimiçi harita servislerinde uygulanır.
- ✓ Ağ Servislerinde: Karmaşık bir alt yapısı olan bir çalışma gerektirse de çalışmaların tamamında CBS uygulanmaktadır. Servis, bakım ve kurulum alanları gibi çalışmalarda CBS uygulanarak gerekli iletişim sağlanır.
- ✓ Kentsel Planlamada: Kentsel büyümenin tespitinde ve gerekli planlamanın yapılmasında uygulanır.
- ✓ Lojistik Planlamada: Lojistik firmalarınca nakliyat planlamasında kullanılır.
- ✓ Çevresel Etkilerin Belirlenmesinde: Özellikle fabrikaların çok olduğu organize sanayi bölgelerinde salınım yapan fabrikaların ne kadar bir alanı etkilediğinin belirlenmesinde kullanılır.
- ✓ Afet Yönetiminde: Herhangi bir afetin olma ihtimalinin belirlenmesinde, sel ve heyelan gibi afetlerin olabileceği alanların tespitinde veya olduktan sonra gerekli çalışmalar yapılırken alt yapıların kontrolünde kullanılır.
- ✓ Tarımsal Uygulamalarda: Tarım ürünlerinin yıl içerisindeki gelişiminin izlenmesinde, uygun alanların belirlenmesinde ve kullanılan araçların otonom şekilde çalışmasını sağlamakta kullanılır.
- ✓ Navigasyon Sistemlerinde: Gideceğiniz yere sizi doğrudan ulaşmanızı sağlayan en temel kullanım alanıdır.
- ✓ Ticari Faaliyetlerde: Piyasa ve Pazar analizlerinin yapılmasında CBS uygulamalarından faydalanılır.
- ✓ Doğal Kaynakların Yönetiminde: Madenlerin, ormanların ve başkaca kaynakların yönetiminde kullanılır.
- ✓ Jeolojik Uygulamalarda: Toprak tiplerinin ve katmanlarının hareketinin incelenmesinde ve haritalanmasında kullanılır.
- ✓ Varlık Yönetiminde: Yapılacak olan yatırımların konumsal alternatiflerinin ve risklerin belirlenmesinde kullanılır.
- ✓ Seyahat Planlamalarında: Özellikle otobüs ve uçak firmalarında güzergâhların ve sefer oranlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanım alanlarının çoğaltılması mümkündür.

1.4 Veri Tabanı

Verilerin düzenli olarak depolandığı, sistemli bir şekilde erişildiği, verilerin güncellenebildiği ve aralarında ilişki kurularak yönetiminin kolaylaştırıldığı sistemin bütünüdür. Veriler tablolar kullanılarak depolanır ve yönetilir. Kullanılan tablolar excel tabloları ile benzerlikler göstermektedir. Ancak burada her veri her alana girilememektedir. Veriler sadece veri tabanı tasarımının da belirlenen alanlara girilmektedir. Veri tabanı tasarımı sırasında kullanımdan fazla alan veya metin sınırı belirlenmemelidir. Çünkü belirlenen alan doğrudan olduğu için veri tabanı boyutunu değiştirerek yavaşlamaya neden olabilir. Veri tabanı tabloları aynı excel tabloları gibi sütun ve satırlardan oluşur. Veri tabanındaki her satır bir kayıt için düzenlenir, her sütun da farklı bir öznitelik verisi saklamak için oluşturulmuştur. Örneğin; telefon rehberi veri tabanı oluşturmak için ‘Adı’, ‘Soyadı’, ‘Adres’ ve ‘Telefon_Numarası’ gibi sütunların olduğu bir tablo oluşturulur. Sonrasında veriler satırlar halinde veri tabanına girilmeye başlanır.

1.4.1 Veri Tabanı Genel Kavramları

Varlık: Veri tabanında bilgileri tutulmak istenilen bilgiler, objeler, konumlar, olaylar veya kişilerdir. Excel programındaki hücreler olarak düşünülebilir. Varlıklar, ürün ve bilgisayar gibi somut bir nesne veya banka hesapları, otobüs tarifeleri ve okul notları gibi soyut bilgilerde temsil etmektedir.

Varlık Sınıfı: Birbiri ile alakalı verilerin bir araya gelerek oluşturdukları veri kümeleridir. Bu kümeler excel programındaki tablo sayfalarına benzetilebilir. Örneğin; Müşteriler, Akademisyenler, Öğrenciler, Veliler, Doktorlar, Hastalar gibi tablolardır. Varlık sınıfı; varlık kümeleri veya varlık tipleri olarak da ifade edilebilir.

Öznitelik: Kayıt için belirlenen bir varlık özelliğidir. Örneğin; Öğrenciler isimli bir Varlık Sınıfını oluşturmak istersek, bu sınıfın öznitelikleri Şekil 1.28’de olduğu gibi olabilir.



Şekil 1.28: Öğrenciler varlık sınıfı için kullanılan öznitelikler.

Her bir varlık sınıfı için istenildiği kadar Öznitelik tanımlanabilir. Varlık sınıfındaki varlıklar, diğer varlıklardan farklı en az bir Özniteliğin olması gerekmektedir. Her varlık için tek olan bir değer oluşturularak buna ID denilmektedir. Bu o varlık için bir kimlik numarası gibidir. Örneğin; bir işçiye ait sosyal güvenlik numarası veya bir öğrenciye ait okul numarası gibi kişiye özeldir.

Metadata: Bir veritabanı içerisindeki verilerin kendisi olmayıp bu veriler hakkında bilgiler de bulunabilir. Örneğin, öğrenciler tablosunda öğrenci fotoğrafları bir metadatadır. Bu verilere sadece veri tabanı yöneticisi veya yöneticinin görevlendirdiği kişilerce erişilebilir olmaktadır. Metadataya eklenen veriler veri tabanının doğrudan içinde saklanmazlar, bu gibi durumlar için önceden belirlenmiş veri klasörlerinde saklanırlar.

Veri Ögesi: Veri tabanı içerisindeki en küçük verilere karşılık gelmektedir. Öğrenciler varlık sınıfındaki veri ögeleri; öğrenci numarası, adı, adresi, doğum tarihi ve bölümüdür.

Veri Kümeleme: Tek bir isim ile akla gelen veri ögelerinin kümesidir. Örneğin; adres veri kümeleme denildiğinde cadde, sokak, il, ilçe ve posta kodu gibi veriler akla gelmelidir. Kimlik ile çağrılan veri kümelemede kimlik numarası, ad, soyadı, doğum yeri ve tarihi gibi verilerden oluşmaktadır.

Kayıt: Verilerin bir isim altında toplanmasına denir. Varlık sınıflarının her biri için kayıt tipi tanımlanmalıdır. Varlık sınıflarında metadata kullanılma durumuna karşılık metadata tanımlanarak veri klasörü de hazırlanmalıdır. Bir kayıt için; ismi, tanımı, uzunluğu, veri ögeleri veya veri kümeleme ile birincil ve ikincil anahtarlar şeklindeki bilgileri metadata

içermektedir (Daşdemir, 2014).

1.4.2 Anahtar

İlişkisel veri tabanlarında, tablolar satırlardan oluşmaktadır. Her satır tek bir veri tabanı kaydına karşılık gelmektedir. Veri tabanı kayıtları anahtar kullanarak düzenli bir biçimde korumaktadır. Veri tabanlarında iki tip anahtar kullanılmaktadır. Bunlar birincil (primary) ve ikincil (secondary) anahtardır. Birincil anahtar bir kaydı tek olarak tanımlar ve onunla ilgili özellikleri getirebilir. Birincil anahtar olmayan ama bu şekilde kullanılabilecek diğer bir veri ögesi de ikincil anahtar olarak belirlenmelidir. Örneğin, öğrenciler tablosu düşünüldüğünde ad verisi birincil anahtar için uygun olmadığı görülür. Çünkü aynı ad ile karşımıza birden fazla kayıt çıkabilir. Ancak öğrenci numarası birincil anahtar için çok uygundur. Bunun sebebi öğrenci numarası bizi doğrudan tek bir kayda götürebilmektedir. Anahtarlar kullanılarak iki varlık sınıfı arasında ilişki kurmakta mümkündür. Anahtar örnek alanları Şekil 1.29’da gösterilmiştir.

Alan Adı	Veri Türü
Ogrenci_Numarası	Otomatik Sayı
Adı	Kısa Metin
Soyadı	Kısa Metin
Adresi	Uzun Metin
Telefon_no	Sayı
Dogum_Yeri	Kısa Metin
Doğum_Tarihi	Tarih/Saat
Cinsiyet	Kısa Metin

Şekil 1.29: Anahtarlar.

Birincil Anahtar: Veri tabanında tabloların hepsinde en az bir tane birincil anahtar olarak kullanılacak sütün olmalıdır. Bu anahtar veriler tablo içerisinde tek olmalı ve tekrarlanmamalıdır. Örneğin, kütüphaneye kayıtlı olan kişiler için bir tablo oluşturuldu. Tabloda kimlik numarası, adı, soyadı, telefonu, adresi gibi alanlar içerisinden anahtar belirlenmek isteniyor. Bu alanlar içerisinden adı, soyadı ve adresi gibi alanlar anahtar olarak seçilemez çünkü bu alanlarda aynı kayıtlara rastlamak mümkündür. Bu nedenle kimlik numarası sadece tek bir kişiyi temsil ettiği için birincil anahtar olarak seçilmelidir. Tablo tekrar incelendiğinde eşsiz olabilecek bir alan daha olduğu görülür. Telefon alanı ancak

bunun eşsiz olduğundan kesin emin olunamadığı için ikincil anahtar olarak belirlenmelidir. Anahtarlar belirlendikten sonra veri girişlerinde anahtar kontrolü yapılacak ve anahtarın benzersiz olduğu her kayıt için kanıtlanacaktır. Anahtar sisteme daha önceden kaydedilmiş ise kayıt tabloya eklenemeyecek ve kontrol edilmesini isteyecektir.

Tablolarda birincil anahtar bulunması zorunlu değildir. Ancak verilerin tekrar edilmemesi istenen tablolarda en az bir adet birincil anahtar belirlenmelidir. Herhangi bir alanı birincil anahtar seçmek istersek veri tabanında tablo tasarım ekranı açılır ve istenilen alana sağ tıklayarak “Birincil Anahtar” seçeneği seçilir. Şekil 1.30’da gösterilmiştir (Daşdemir, 2014).



Şekil 1.30: Birincil anahtar seçimi.

Belirlenen kriterler ile eşleşen tüm kayıtları bulmak, kayıtları bir şart ile veya şart kullanmaksızın toplu olarak güncellemek, tablolar arasında çapraz sorgulama yapmak ve karmaşık hesaplamaları gerçekleştirmek için veri tabanları kullanılmaktadır.

Bir veya birden fazla veri tabanını ve bunlara ait olan tabloları yönetmek için kullanılan sisteme veri tabanı yönetim sistemi denir. SQL Server, MySQL ve Oracle DB gibi ilişkisel veri tabanı olan sistemler kullanarak milyarlarca sütundan oluşan verilerin kontrolü yapılabilmektedir. Mükemmel bir veri tabanı tasarımı yapmak için aşağıdaki işlemlere dikkat edilmelidir.

Proje çalışmalarına başlar başlamaz öncelikle kullanılacak nesneler tanımlanmalıdır. Nesneler belirlendikten sonra her bir nesne için bir tablo oluşturulur. Tablo içeriğini en iyi anlatan ve mümkün oldukça kısa bir isim ile adlandırılır. Bunun sebebi tabloyu kolay tanımak ve kodlama esnasında oluşabilecek hataları minimize etmektir. Tablo içerisindeki

karmaşıklığı engellemek için anahtar sistemi kullanılarak en az bir tane birincil anahtar belirlenmelidir.

Örneğin;

“Kütüphane Sistemi: Bölümler, Kitap, Üyeler, Kitap Hareketleri”

“Futbol Ligi: Antrenörler, Takımlar, Sahalar, Oyuncular, Hakemler”

“Sözlük: Kelimeler, Anlamlar, Diller”

“E-Ticaret Sistemi: Mağazalar, Ürünler, Müşteriler, Siparişler, Fatura Bilgileri”

“Okul Sistemi: Öğrenciler, Öğretmenler, Dersler, Derslikler”

Veri tabanlarında doğrudan veriye ulaşmak mümkün değildir. Öncelikle verilerin bulunduğu tabloya erişim sağlanmalıdır. Bu nedenle veri tabanlarında en çok nesne grupları ile iletişime geçilir. Daha sonrasında erişmek istediğimiz verinin birincil veya ikincil anahtarını kullanarak veriye erişim sağlarız.

Anahtar alanların belirlenmesi sırasında kısıtlayıcı bir etken yoksa mümkün olduğu kadar gerçekte de tek olan şeyler kullanılmalıdır. Örneğin; araçlar için plaka, öğrenci için öğrenci numarası, çalışanlar için sosyal güvenlik numarası, ürünler için seri numarası gibi.

Tablo adlarını ve anahtarlarını belirledikten sonra nesneleri temsil eden özellikleri için tabloya sütunlar eklenmelidir. Genellikler birincil anahtar olarak belirlenen alanlar tablo adı ile başlar ve sonuna ID alır. Örneğin; Kitap_ID, Ürün_ID, Sipariş_ID, Oyuncu_ID, Müşteri_ID, Ders_ID ve Üye_ID gibi. Tekrarlama ihtimali olan nesne özellikleri için ek tablo oluşturulması zorunludur. Anahtar alanlar belirlendikten sonra diğer alanlarında belirlenmesi gerekmektedir. Alanlar belirlenirken veri tabanı içerisinde tekrarlayan alanların olmamasına da dikkat edilmelidir. Örneğin, bir kütüphane sisteminde ödünç tablosunda kişinin adresinin olması gereksizdir. Çünkü üyeler tablosunda her üyenin adresi bulunmaktadır. Adrese ulaşmak istenirse ödünç tablosundaki üye numarası kullanılarak ulaşılabilir.

Tabloların birbirleri ile bağlanması için ilişkiler tanımlanmalıdır. İlişkiler belirlenirken bütün tablo ve alanlar düşünülmelidir. Örneğin, ödünç tablosu ile kitap tablosu arasında bir ilişki olmalıdır ve bu ilişki kitap numarası üzerinden kurulur. Aynı zamanda kitap ödünç

alan üye ile de bir ilişki olmalıdır bu ilişkide üye numarası üzerinden sağlanmalıdır.

1.4.3 Veri Tabanı Sistemi Kullanmanın Avantaj ve Dezavantajları

Veri tabanı sistemlerinin kullanmak çoğu zaman avantajlıdır ancak bazı dezavantajları da bulunmaktadır Bunlar;

1.4.3.1 Avantajlar

Veri tabanına ihtiyaç duyulmasının asıl nedeni merkezi kontrollerin daha kolay ve hızlı gerçekleştirilmesidir. Veri tabanın da veriler merkezi olarak güncellendiği için yönetici tarafından yönetilir ve güncellenebilir. Veri tabanlarının avantajlarını kısaca şöyle sıralayabiliriz:

- ✓ Verilerin tekrarı azalır. Böylece verilerde meydana gelen karışıklıklar önlenmiş olup bellekten tasarruf edilir.
- ✓ Yanlışlıkların giderilmesi. Tutarsız (hatalı) bilgilerin girişi engellenir.
- ✓ Verinin paylaşımı sağlanır. Aynı veri tüm kolaylığıyla diğer kullanıcılar tarafından da kullanılır.
- ✓ Bilgilerin standartlaşması sağlanır. Belli standartlar varsa bu standartlara uyulması gerekir.
- ✓ Veri bütünlüğünün bozulması önlenir.

1.4.3.2 Dezavantajlar

Dosya sisteminden veri tabanı sistemine geçmenin birçok yararı olmakla beraber bazı dezavantajları ise şöyledir:

- ✓ Veri tabanı sistemi iyi tasarlanmadığı takdirde, bazı bileşenler iyi bir şekilde oluşturulmamışsa sistem dosya sistemine göre çok daha kötü çalışabilir.
- ✓ Veri tabanı sisteminin kurulumu ve bakımı klasik dosya sistemine göre pahalı olabilir.

1.5 Veri Tabanı Sorguları

Veri tabanındaki tabloların oluşturulması tamamlandıktan sonra ilk ihtiyaç duyulacak işlem sorgulardır. Tablolarda bulunan kayıtlar üzerinde sorgulama işlemi gerçekleştirilerek tabloya veri eklemek, silmek veya tablodaki veriyi değiştirmek, seçmek ve sıralamak mümkündür. Tablonun yapısına veya verilerin görüntülenme yöntemlerine göre sorgular farklılık göstermektedir. Sorgular; seçme sorguları, parametre sorguları, çapraz sorgular, eylem sorguları ve SQL sorguları olarak türlere ayrılmaktadır.

Seçme Sorguları: En fazla ihtiyaç duyulan sorgu türüdür. Bu sorgu ile bilgiler veri sayfası görünümünde gösterilmektedir. Sorgu verileri bir veya birden fazla tablodan, mevcut sorgulardan veya bunların her ikisinden alabilmektedir.

Parametre Sorguları: Çalıştırıldığı zaman bir ölçüt girilmesini sağlayan iletişim kutusu ile kullanılan sorgulardır. Örneğin, bir okuldaki öğrencinin kasım ayı içerisinde sevk aldığı günleri görmek için iletişim kutusuna istenilen tarih aralıkları girilir ve bu tarihler arasındaki veriler listelenir.

Çapraz Sorgular: Bir tablodaki bilgileri çözümlemek, karşılaştırmak ve tablonun özetini hazırlamak için kullanılan sorgu türüdür. Belirtilen iki alana göre istenilen işlemi (toplama, ortalama vb.) tablo şeklinde göstermekte kullanılır.

Eylem Sorguları: Tek bir işlem ile birden fazla kayıta değişiklik yapan sorgulardır. Silme, güncelleştirme, ekleme ve tablo oluşturma sorgusu olmak üzere dört çeşit eylem sorgusu vardır.

SQL Sorguları: SQL dilini kullanarak veri tabanını üzerinde gerçekleştirilen sorgulardır. SQL dilinde sorgulama yapabilmek için komutlar, işleçler ve fonksiyonlar gereklidir.

1.5.1 SQL Komutları

CREATE TABLE: Yeni bir tablonun, alanlarının ve indekslerinin yaratılmasını sağlar.

CREATE INDEX: Belirlenen bir tablo için (index) yaratılmasını sağlar.

DROP TABLE: Belirtilen tablonun ve dizinlerin veri tabanından silinmesini sağlar.

ALTER TABLE: Tabloya yeni alanların ilavesini veya alan tanımlarının değiştirilmesini sağlar.

Tablolarda yer alan verileri silmek, düzeltmek, seçmek ve yeni kayıt eklemek için DML komutları kullanılır. Bunlar;

SELECT: Belirlenen bir ölçüte göre tablo içerisindeki kayıtların seçilmesini sağlar.

INSERT: Tablo içinde yer alan kayıtlara bir yenisinin eklemesini sağlar.

UPDATE: Tablonun belirlenen bir kaydının alanlarını güncelleştirmek için kullanılır.

DELETE: Tablodan belirlenen kayıtların silinmesine neden olur.

SQL programları içinde sadece bu bilgileri kullanmak bir işlem gerçekleştirmek için yeterli değildir. Bu komutların işlevlerini yerine getirmek üzere bazı yardımcı deyimlerden yararlanılır. Bunlar;

FROM: Sorgulamanın hangi tablodan yapılacağını tanımlar.

WHERE: Sorgulama esnasında kullanılacak kıstası tanımlar.

GROUP BY: Kayıtları belirlenen alana göre gruplar.

HAVING: Her bir grubun uyması gereken ölçütü tanımlar.

CONSTRAINT: Dizin tanımlamasını ve bir diğer tablo ile ilişki kurulmasını sağlar.

1.5.2 SQL İşleçleri

SQL bir dil olduğuna göre, bazı işleçlerin de kullanılmasına olanak sağlamalıdır.

AND: Seçme işleminin iki ayrı ölçütün birlikte gerçekleşmesi durumunda yapılacaktır.

OR: Ölçütlerden biri gerçekleştiğinde belirtilen seçme işlemi yapılacaktır.

NOT: Ölçütün gerçekleşmemesi durumunda yapılacak seçme işlemi tanımlar.

BETWEEN: İki değer arasındaki değerleri belirler.

LIKE: Belirlenen iki kalıba uygun olanları tanımlar.

IN: Bir veri tabanı içindeki kayıtları belirler.

Bu işleçlerin dışında aşağıda belirtilen karşılaştırma işleçlerinde kullanılmaktadır.

- < Belirlenen değerden küçük olanı belirler.
- <= Belirlenen değerden küçük ve eşit olanı seçer.
- > Belirlenen değerden büyük olanı seçer.
- >= Belirlenen değerden büyük ve eşit olanı seçer.
- <> Belirlenen değer eşit olmayanları tanımlar.

1.5.3 SQL Fonksiyonları

Sorgulamanın yapılması esnasında bazı fonksiyonlar kullanılır.

AVG: Belirlenen bir alan içindeki verilerin ortalamasını hesaplar.

COUNT: Seçilen kayıtların sayılmasını sağlar.

SUM: Belirlenen alandaki verilerin toplamını sağlar.

MAX: Belirlenen alandaki en büyük değeri bulur.

MIN: Belirlenen alandaki en küçük değeri bulur.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

Ormancılık faaliyetlerinin ilk aşaması olarak uygun bir yol ağ planı yapılmalıdır. Odun hammaddesine dayalı üretimlerde ağacın kesildiği kütüğün dibinde boylama ve mesaha çalışmalarının yapılarak en yakın rampaya taşınmasına, rampada toplanan emvalin satış deposuna ulaştırılması veya satılan emvalin fabrikaya ulaştırılmasına nakliyat denir. Odun hammaddesi üretiminde nakliyat üretim maliyetinin %40'ını oluşturmaktadır (Acar,1998). Bu nedenle orman ürünleri nakliyatının gerçekleştirilmesi için alana optimal dağılımı sağlanmış ve ekonomik etkenlerin dikkate alındığı bir yol ağ planının yapılması gerekmektedir (Akay ve Erdaş, 2007). Yol ağ planı yapılırken; yol alternatiflerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi, alanın tamamına erişimin sağlanması, çevresel etkilerinin minimize edilmesi, tüm ormanlık alanın işletmeye açılması ile ekonomiklik ve faydalanma gibi şartların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Orman yolları; mevcut ve gelecekteki ormancılık teknikleri dikkate alınarak her türlü ormancılık faaliyetlerinin sistemli ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlamak amacıyla dizayn edilmektedir (Erdaş, 1997).

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) verimli ormanlarda sistematik yol ağ planlamasını 1964 ile 1974 yılları arasında tamamlamıştır (Bayoğlu ve Seçkin, 1984). Dolayısıyla 1974 yılından sonra verimli orman alanlarında sistematik yol ağ planları hayata geçirilmiştir. Bununla birlikte tarihsel süreçte ormancılık faaliyetlerinde kullanılan araç-gereç ve yöntemlerin gelişmesi, orman alanlarında ve fonksiyonlarında meydana gelen değişimler nedeni ile yol ağ planlarının revize edilmesi gündeme gelmiştir (Acar vd, 2001). 2014 yılı itibariyle ormanlık alanımız yaklaşık 21,7 milyon ha'dır (OGM, 2015). 2014 yılı itibariyle hedeflenen 282 000 km'lik yol uzunluğu gerçekleştiği takdirde 13 m/ha yol yoğunluğuna ulaşılmış olacaktır. Hedeflenen yol yoğunlukları koru ormanları (servet 250 m³'den fazla ise 20 m/ha, az ise 10 m/ha), baltalık ormanlar (iyi vasıflı alanlarda 6 m/ha, bozuk alanlarda 5 m/ha) ve koruma ormanları için farklıdır. 2018 yılında 22 621 935 ha (OGM, 2019) ulaşan ormanlık alanlar yukarıdaki kriterlere göre değerlendirildiğinde 2014 yılında 282 000 km olan hedefin yaklaşık 347 000 km'ye ulaştığı görülmektedir.

Douglas ve Henderson 1987 yılında transport ve yol yapım maliyetlerini dikkate alınarak bir model geliştirilmiştir. Model çalışma alanını eşit aralıklarla parçalara ayırmış ve her bir parça için kullanıcının belirlediği ağırlık değeri atanmıştır. Ağırlık değeri atanırken topografik özellikler, meşcere özellikleri ve arazi mülkiyeti gibi kriterler kullanılmıştır. Sonrasında parçaların değerleri kullanılarak transport ve yol yapımı giderleri hesaplanmıştır. (Douglas, 1987)

Tan tarafından 1999 yılında yol ağı alternatiflerini görebilmek için bir bilgisayar sistemi geliştirmiştir. Bu sistemde en kısa algoritması kullanılarak en iyi alternatifin seçilmesi sağlanmıştır. Sistemde transport ve yol yapım giderleri gibi kriterler kullanılmıştır. En kısa yol algoritması, ağ üzerindeki noktalara uzaklık, maliyet ve zaman gibi parametreler eklenebilmektedir. Sonrasında her bir noktanın ağırlıklı değerinin en düşük olan yol noktalarının tespiti ile güzergâh oluşmaktadır. (Tan, 1999) Algoritmada ormanlık alanlar aynı boyuttaki parçalar ile konumsal olarak temsil edilmiş ve her bir parçanın nakliyat ve yol yapımı giderlerinin maliyet değeri belirlenmiştir. Model kullanılırken çevresel etkiler göz ardı edilmiştir (Zhan, 1997).

Chung ve Sessions 2001 yılında CBS teknolojisi ile güzergâhların optimize edildiği bir orman yol ağı modeli oluşturmuştur. Oluşturulan model yol özelliklerini, yapım ve nakliyat giderlerini, emvalin miktarını, üretim masraflarını ve topografik koşulları gibi kriterleri dikkate alarak optimum yol ağının belirlenmesini sağlamaktadır. Ana yolların 25 m Sayısal Arazi Modeli (SAM) verileri ve genetik algoritma modeli kullanılarak optimum seviyeye getirilerek belirlenir, ardından yan yollar bu ana yollar temel alınarak planlanmıştır. (Chung, 2001) Genetik algoritma modeli doğal seleksiyon mekanizmasını taklit etmektedir. Yani iyi çözümler ile kabul edilebilir çözümler arasından tercih edilerek alternatiflerin üretilmesi için “üstüne çaprazlama” ve “rastlantısal mutasyon faktörleri” kullanılarak tercih edilen çözümler birleştirilir. Modern teknikleri ve CBS kullanılarak oluşturulan modelde yol ağının çevresel etkilerini minimuma indirmek amaçlanmıştır (Beasley, 1993).

Ağ analizi günümüzdeki navigasyon sistemlerinin temelini oluşturmakla birlikte kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle ağ analizine uygun özellikteki verilerin üretimi de sağlanmalıdır. Verilerin üretimi sırasında düğüm çizgi topolojisine tabi tutularak her bir düğüm noktasının ve düğümü oluşturan verilerin öznelik bilgileri de eklenmelidir.

Bu sayede harita üzerindeki her çizgi ve noktayı bulmak kolaylaşır. Ağ analizinde öznetelik bilgisine sahip olduğumuz noktayı belirleme işlemine “Adres Belirleme” denilmektedir (Erden vd., 2003).

Anderson ve Nelson 2004 yılında en kısa yol algoritmasını kullanarak orman yol ağlarını üreten bir bilgisayar sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen sistem, yol yapımında belirlenmiş kısıtlayıcı kriterlere göre transport tesisi ile mevcut yol ağı arasındaki mesafeyi minimuma indirmeyi hedeflemiştir. Sistemi test etmek için yol uzunluğu, transport tesislerinin arasındaki mesafe ve eğim kriterleri ile duyarlılık analizine tabi tutulmuştur. Tesisler arasındaki mesafenin artması ile yol planının toplam uzunluğunun ve tesis sayısının azaldığı görülmüştür. Geliştirilen sistemin zayıf yanı ise tesis aralıkları geniş aralıklar ile planlanırsa sistemin toplam işlem süresini arttırmıştır (Anderson, 2004).

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yapılan gelişmeler ile nakliyat problemlerinin CBS yazılımlarının içerisinde bulunan ağa analizi gibi modüller kullanılarak çözümü sağlanmaktadır (Yıldırım ve Yomralıoğlu, 2002). Birçok ülkede ağ analizleri modülü kullanılarak kaza ve yangın gibi acil durumlarda polis, itfaiye ve ambulans ekiplerinin olay yerine ulaşması için en uygun güzergâhın oluşturulmasında veya hizmet alanlarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (ESRI, 1998). Ağ analizi modülü güzergâh tespiti dışında deprem sonrası planlamalarda, telefon ve elektrik hatlarındaki arızanın konumunu belirlemede, lojistik operasyonların modellenmesinde ve yatırım çözümlemelerinin yapılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Yıldırım ve Yomralıoğlu, 2002; Karaş, 2007).

Nakliyat çalışmaları sırasında maliyeti minimum tutan optimal güzergâhın belirlenmesi, alternatif güzergâhların sistematik olarak araştırılması ile mümkündür. Nakliyatı maliyetinin minimuma indirmek için aracın birim maliyeti, kapasitesi, orman yolunun tipi ve uzunluğu gibi ana faktörler de göz ardı edilmemelidir. Tüm bunların eş güdümlü ve hızlı olarak yapılması için coğrafi bilgi sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük maliyetli mesafenin tespiti için yapılan nakliyat planlamalarında kullanılan matematiksel yöntemler doğrusal programlama, sezgisel yöntemler ve ağ analizleridir (Akay ve Şakar, 2009).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada örnek alan olarak Bartın Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisindeki alan belirlenmiştir. Seçim yapılırken topografik yapıdaki değişiklikler, yolların nitelikleri, depoların sayısı ve nakliyat güzergâhlarının göstermiş olduğu değişiklikler dikkate alınmıştır. Bartın Orman İşletme Müdürlüğü; Amasra OİŞ, Arıt OİŞ, Bartın OİŞ, Dumanlı OİŞ, Günye OİŞ, Gölderesi OİŞ, Hasankadı OİŞ, İnkum OİŞ, Kozcağz OİŞ, Kurucaşile OİŞ ve Yenihan OİŞ olarak 11 şeflikten oluşmaktadır.

3.1.1 Coğrafi Konumu, Sınırları ve Büyüklüğü

Bartın, 32 ° 45 ' Doğu Boylamı ve 41 ° 53 ' Kuzey Enlemleri arasında bulunmaktadır. 1. ve 2. Dönemlere ait karbon ile kalker araziden meydana gelmiş ve 1991 yılında il olmuştur. Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Bartın ilinin, batısında Zonguldak, doğusunda Kastamonu, güneyinde Karabük ve kuzeyinde Karadeniz bulunmaktadır. Bartın'ın ortalama yükseltisi 25 metre, alanı 2.330 kilometre kare ve 198.999 kişilik nüfusa sahiptir.

Bartın ili zengin bir ormanlık alana sahiptir. Bu nedenle Bartın ve Ulus Orman İşletme Müdürlüğü olmak üzere iki adet İşletme Müdürlüğü bulunmaktadır. Bartın Orman İşletme Müdürlüğü 148.879,6 Ha alana sahiptir. Bunun 7.944,3 ha'lık kısmını Küre Dağları Milli Parkı oluşturmaktadır. Genel olarak bakıldığında Bartın OİM' nün ormansız alanı 65.313,3 ha ve normal orman alanı 64.677 ha ile bozuk orman alanı 8.550 ha'dan oluşarak toplam orman alanı 73.227 ha'dır. Detaylar Tablo 3.1'de verilmiştir.

3.1.2 Topografik Yapı

Bartın doğu, batı ve güneyden yüksekliği 2000 metreyi geçmeyen ve genellikle denize paralel dağlarla çevrilidir. Önemli tepeleri Doğandoruğu T. (1358 m), Ömerdede T. (1265

m), Uzunçarşı T. (1231 m), Aktaşlar T. (1176 m), Kayabaşı T. (1116 m), Karaköknarlık T. (1111 m), Kıran T. (1099 m), Armutçalı T. (1056 m), Sarıkaya T. (1040 m), Arıt T. (1038 m), Kilise T. (812 m), Sarıgöl T. (736 m) ve Dinlence T. (489 m)' dir.

Tablo 3.1: Şefliklere göre ormanların alansal durumu (URL-8).

İşletme Şefliği	Normal Orman (ha)	Bozuk Orman (ha)	Toplam Orman (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
Amasra	9670.20	1371.4	11041.6	5430.3	17342.8
Arıt	7137.50	1342.3	8479.8	9273.6	18012.2
Bartın	12749.50	1884	14633.5	23871.7	38997.4
Günye	5458.30	888.2	6346.5	9149.2	15495.7
Hasankadı	4880.10	515.3	5395.4	1267	6663.8
Kozcağız	5947.50	663.1	6610.6	4876.5	11563.5
Kurucaşile	8801.30	951.5	9752.8	4340.5	14455.9
Yenihan	10032.60	934.4	10967	7104.5	18404

Bartın Irmağı nedeni ile parçalanmış arazide toprak grupları değişiklik göstermektedir. Arazide ani yükseltiler ve topraktan yoksun alanlarda bulunmaktadır. Dağların dik yamaçları ile ırmakların genişlediği alanlarda derin vadiler bulunmaktadır. Şehir merkezine yaklaştıkça ovalar artmaktadır. Önemli yaylaları; Arıt (1100 m), Gezen (1400 m), Uluyayla (300-1416 m) ve Ardıç (1500 m) yaylalarıdır.

3.1.3 Fonksiyon Haritası

Ormanların fonksiyonel planlaması aşamasında ormanların durumu ve çevresel etkiler göz önünde bulundurulur. Başlıca fonksiyonlar; üretim, odun dışı, doğa koruma, hidrolojik, toplum sağlığı, estetik, eko turizm ve rekreasyon, ulusal savunma, açıklık, su ve yerleşim yeridir. Bartın OİM fonksiyonlarının genel dağılımı aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Şekil 3.1'de alanlarına göre fonksiyonlar gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Bartın OİM fonksiyonlarının alansal dağılımı.

Fonksiyonlar orman işletme şefliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar çoğunlukla çevresel etki ve halkın isteğine göre değişmektedir. Bu nedenle bazı şefliklerde olan herhangi bir fonksiyon diğer şefliklerde olmayabilir. Bartın OİM planları incelendiğinde 2011 yılında yapılan planlarda Ulusal Savunma ve Estetik fonksiyonlar sadece Bartın OİŞ ve Amasra OİŞ de, Odun dışı ve Eko Turizm – Rekreasyon fonksiyonları Amasra OİŞ, Bartın OİŞ ve Kurucaşile OİŞ de, Toplum Sağlığı fonksiyonu sadece Bartın OİŞ de, Hidrolojik fonksiyon Amasra OİŞ, Arıt OİŞ, Bartın OİŞ, Hasankadı OİŞ, Kozcağız OİŞ, Kurucaşile OİŞ ve Yenihan OİŞ de, Üretim, Doğa Koruma, Yerleşim Yeri ve Açık Alan fonksiyonları ise tüm şefliklerde planlamaya dâhil edilmiştir. Şeflikleri göre fonksiyonların planlama alanları detaylı olarak Tablo 3.2’de verilmiştir.

3.1.4 Orman Yolları

Bartın OİM sınırları içerisinde bulunan yolların toplam uzunluğu 2 177 km olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin daha net görünebilmesi için uydu görüntülerinden sayısallaştırılan toplam yol uzunluğu ise 4183,79 km olarak tespit edilmiştir. Yollara genel olarak bakıldığında ormanlık alanlarda bulunan yolların toplam uzunluğu 311 km olarak tespit edilmiştir. Bartın OİM’ nin toplam orman yolu 973 km (626 km mevcut, 346 km planlanan), İl Özel İdare Yolu 967 km, TCK yolu 236 km olarak tespit edilmiş ve şefliklere göre detaylı yol durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Detaylı veriler Tablo 3.3’de

verilmiştir.

Tablo 3.2: Şefliklere göre fonksiyonların alansal dağılımı.

Fonksiyonlar	Amasra	Arıt	Bartın	Günye	Hasankadı	Kozcağz	Kurucaşile	Yenihan
Üretim	1631.38	3917.51	6497.93	3959.71	3343.41	2857.60	5735.94	7081.81
Odun Dışı	1052.52		1332.25				2136.85	
Doğa Koruma	7492.23	1667.45	5681.91	2386.96	949.71	1535.72	1215.14	2353.26
Hidrolojik	205.56	2894.3	433.66		1102	2217.25	270.14	1532.06
Toplum Sağlığı			22.7					
Estetik	556.25		354.18					
Eko Turizm ve Rekreasyon	9.35		220.37				394.38	
Ulusal Savunma	94.03		87.45					
Açık Alanlar (OT, Z)	5655.9	8379.79	20782.32	8090.55	911.27	4375.62	4269.92	6599.62
Su	2.58		81.78	8.12	9.24	22.05	5.29	
Yerleşim Yeri	642.9	1152.09	3499.45	1048.07	347.48	555.25	428.5	838.43

Tablo 3.3: Şefliklere göre yolların durumları.

İşletme Şefliği	Orman Yolu			İl Özel İdare Yolu (m)	TCK Yolu (m)	Ormanlık Alandan Geçen Yol (m)	Orman Dışından Geçen Yol (m)	Yol Yoğunluğu
	Tümü (m)	Mevcut (m)	Planlanan (m)					
Amasra	107995	41880	66115	124275	50250	56075	118450	0.87
Arıt	148610	99150	49460	144931	30281	25229	149983	0.92
Bartın	98630	83165	15465	125330	37600	18645	144285	0.86
Günye	81895	59015	22880	117810	27895	13810	131895	0.78
Hasankadı	122850	72350	50500	16600	9700	3700	22600	0.95
İnkum	75340	42220	33120	206750	25690	31270	201170	0.77
Kozcağz	110970	81520	29450	83510	14990	15550	82950	0.95
Kurucaşile	147083	99600	47483	72524	25172	131800	112979	0.75
Yenihan	79690	47945	31745	75845	14865	15700	75010	0.95

3.1.5 Araştırmada Kullanılan Araç – Gereç ve Teknolojiler

Çalışma öncelikle verilerin toplanması ile başlamış bulunmaktadır. Bu aşamada Bartın OİM deki bütün amenajman planları ile yol ağ planları dijital veri olarak alınmıştır. Yol ağ planı

yapılmayan ve uydu görüntülerinden tespit edilemeyen yollar için el GPS'i kullanılarak yol kaydı yapılmıştır. İşlemlerin gerçekleştirilmesi için bilgisayar ve gerekli yazılımlar kullanılmıştır. Kullanılan yazılımlar temel olarak ArcGIS ve Access yazılımlarıdır.

3.2 Yöntem

Tez çalışmasına 2017 yılında başlanmıştır ve başladığında Arıt OİŞ, Hasankadı OİŞ ve Kurucaşile OİŞ yol ağ planları tamamlanmıştır. Diğer şefliklerde yol ağ planı olmadığı için bunların sayısallaştırılması işlemlerine başlanmıştır. Ayrıca Bartın ilindeki yolların tamamının sayısallaştırılması yapılmıştır.

Sayısallaştırma çalışmaları tamamlandıktan sonra şefliklerdeki yollar incelenmiş ve uydu görüntülerinde görülmeyen yollar tespit edilmiştir. Bunlar için el GPS'i kullanılarak arazide yol kaydı alınmış ve veri tabanına eklenmiştir.

Veri üretim aşaması tamamlandıktan sonra verilerin kontrolü aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada ArcGIS programının topoloji özelliği kullanılmıştır. Topoloji kurulurken Must Not Have Dangles, Must Not Self-Intersect, Must Be Single Part, Must Not Self-Overlap ve Must Not Overlap kuralları kullanılmıştır. Topolojik kontrolleri tamamlanan verilerin sözel bilgileri de kontrol edilmiştir. Hazırlanan veriler Model Builder ile iki adet model ve network analizi kullanılarak değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Sayısal Arazi Modeli

Bartın iline ait 1 metre hassasiyette sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Sayısal arazi modeli eğim, bakı ve primer transportta kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Sayısal yükseklik modelini daha detaylı olarak Ek 1'den inceleyebilirsiniz. Şekil 4.1'de şeflikler göre arazi modeli gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Bartın OİM sayısal arazi modeli.

4.2 Eğim Analizi

Bartın Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı olan bütün şefliklerin yol ve yamaç eğimleri hesaplandı. Bu hesaplamalar sonucunda aşağıdaki tablo oluşturulmuştur. Konu hakkında detaylı olarak hazırlanan harita Ek 2'de verilmiştir. Şefliklere göre ortalama eğimler Tablo

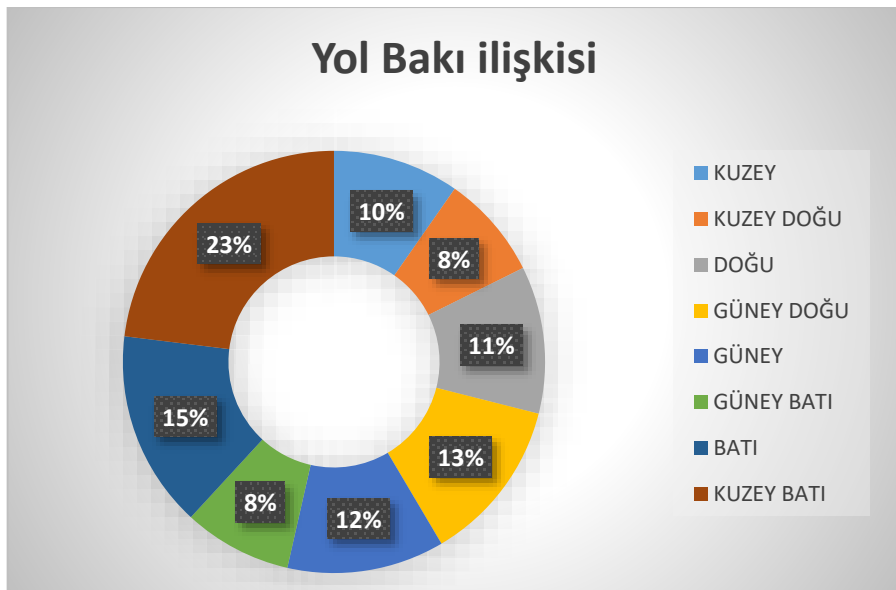
4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Şefliklere göre yolların eğim durumları.

İşletme Şefliği	Ortalama Yol Eğimi (%)	Ortalama Yamaç Eğimi (%)
Amasra	5	43
Arit	6	35
Bartın	6	29
Günye	8	49
Hasankadı	8	45
İnkum	6	39
Kozcağz	7	54
Kurucaşile	6	37
Yenihan	7	47

4.3 Bakı Analizi

Sayısal arazi modeli kullanılarak bakı haritası oluşturulmuştur. Orman yollarının bakıya göre durumları analiz edilmiştir. Elde edilen veriler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere orman yollarının %23’ü kuzey batı, %15’i batı, %13’ü güney doğu, %12’si güney, %11’i doğu, %10’u kuzey, %8’i kuzey doğu ve güney batı bakılarında olduğu tespit edilmiştir. Bakı analizini detaylı olarak incelemek için Ek-3’ü kullanabilirsiniz. Bakı analizi sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2: Bartın OİM orman yollarının bakıya göre sınıflandırması.

4.4 Yol Ağı Planları

Sorgulamanın yaratılması esnasında bazı fonksiyonlar kullanılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir. Bartın Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan bütün yollar ArcMap programı üzerinde Bing ve Google harita servisleri kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Bu tez çalışması sırasında Bartın OİM sınırları içerisinde toplam 4.183.79 km yol (orman yolu, köy yolu, karayolu, cadde ve sokaklar) sayısallaştırılmıştır.

Sekonder transport aşamasında nakliyat yapılacak yerin Bartın OİM sınırları dışında olması durumuna karşılık olarak Türkiye'nin bütün yolları Open Streets Map kaynağından indirilmiştir. Hazır olarak gelen veriden Bartın OİM sınırlarındaki yollar çıkartılarak sayısallaştırılan yollar eklenmiştir. Open Streets Map verisini Bartın OİM için kullanılmama nedeni ise orman yollarının eklenmesi ve burada primer transport için daha detaylı çalışma yapılmasıdır. Bu verilerin tamamı topolojik kontrollerden geçirilmiştir. Nakliyat planlaması yapmak için 582 175 km yol ağı oluşturulmuştur.

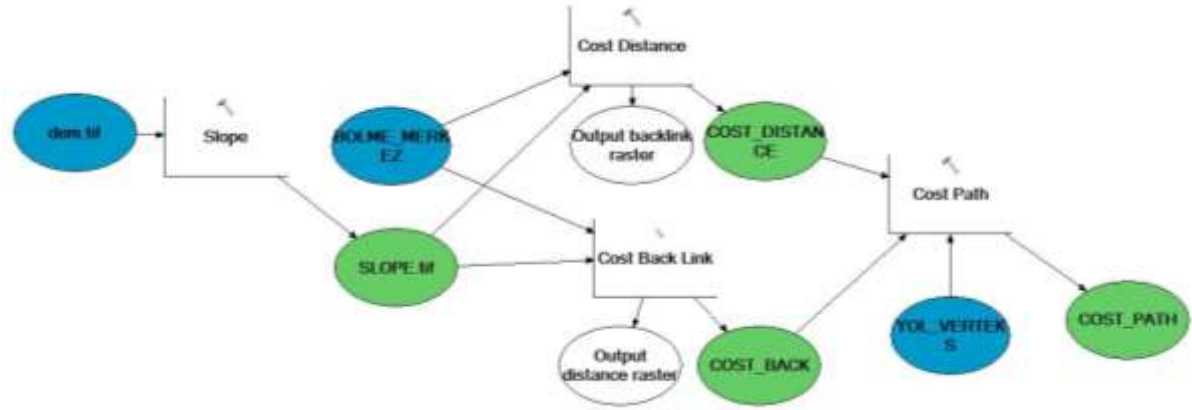
Yolların sayısallaştırılması tamamlandıktan sonra sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur. Sınıflandırması yapılan yolların hız sınırları belirlenmiş ve yapılacak olan nakliyat planlamasına girdi olarak verilmiştir. Örnek alan içerisinde kullanılan orman yollarının tamamı B tipi tali orman yolu olduğu için orman yollarında ekstra bir sınıflandırma işlemi yapılamamıştır. Yol sınıflandırmasına göre araç hızları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Yol sınıflandırmasına göre hız sınırlaması.

Yol Tipleri	Ortalama Hız Sınırları (km\sa)
Otoyol	90
İkincil Yol	85
Üçüncül Yol	80
Bölünmüş Yol	85
Ana Yol	80
Cadde	50
Sokak	30
Köy Yolu	50
Orman Yolu	20
Servis Yolu	10
Durumu Bilinmeyen Yol	5

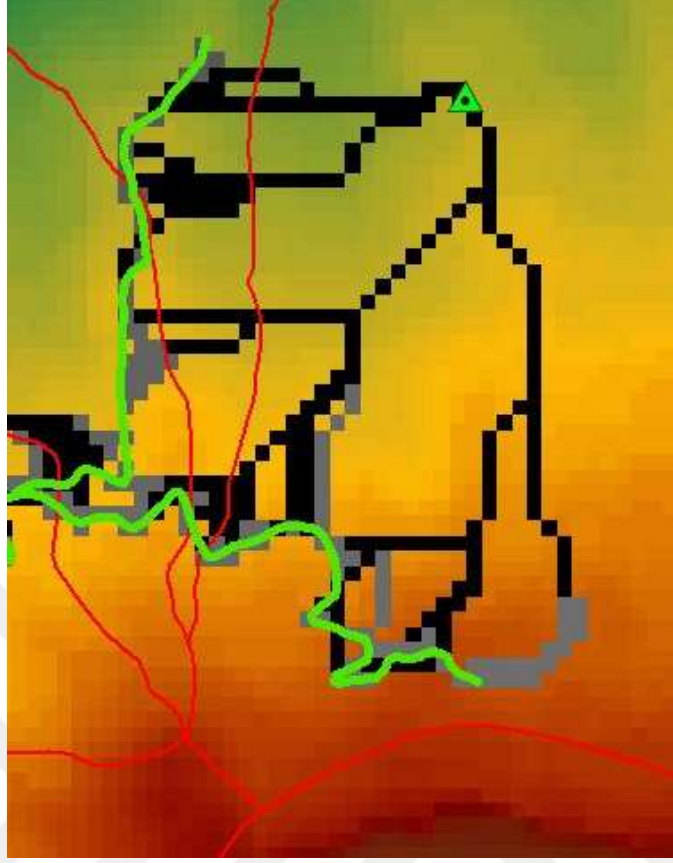
4.5 Primer Transport Çözümleri

Üretim alanından en yakın yol hattına sürütme güzergâhının belirlenmesinde kolaylık sağlamak için tasarlanmıştır. Kriter olarak üretim sağılarındaki değıştirilemez olan tek koşulu yani eğim şartlarını dikkate alarak tasarlanmıştır. Model Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

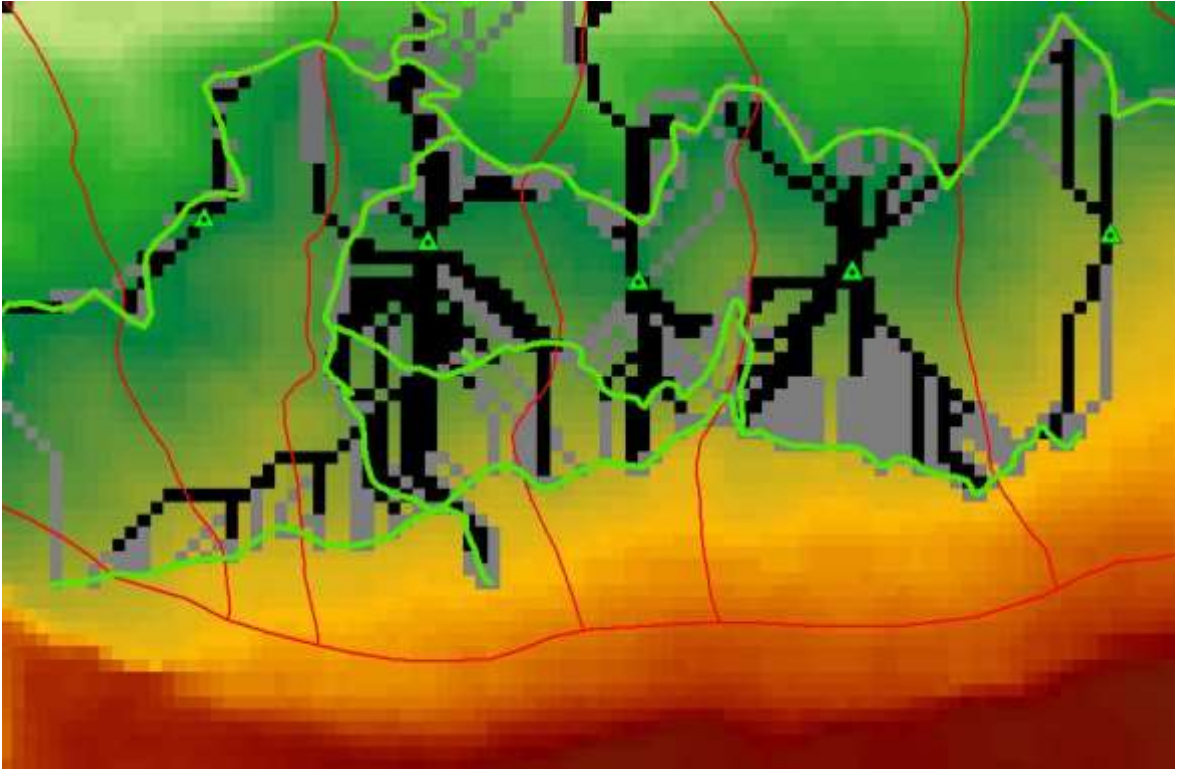


Şekil 4.3: Primer Transport için geliştirilen model.

Yapılan bu tasarımda üretim alanının merkezi (Bölme Merkezi) belirlenir ve modele girdi olarak aktarılır. Model içerisinde bulunan kayıtlı yol ağ planını kullanarak üretim merkezine en yakın noktalara eğim dikkate alınarak çeşitli güzergâhlar oluşturmaktadır. Kullanıcı tarafından bu güzergâhlar arazide detaylı olarak incelenerek primer transport için en uygun olanı seçilir. Geliştirilen modelin örnek uygulamaları Şekil 4.4 ve 4.5’de gösterilmiştir.



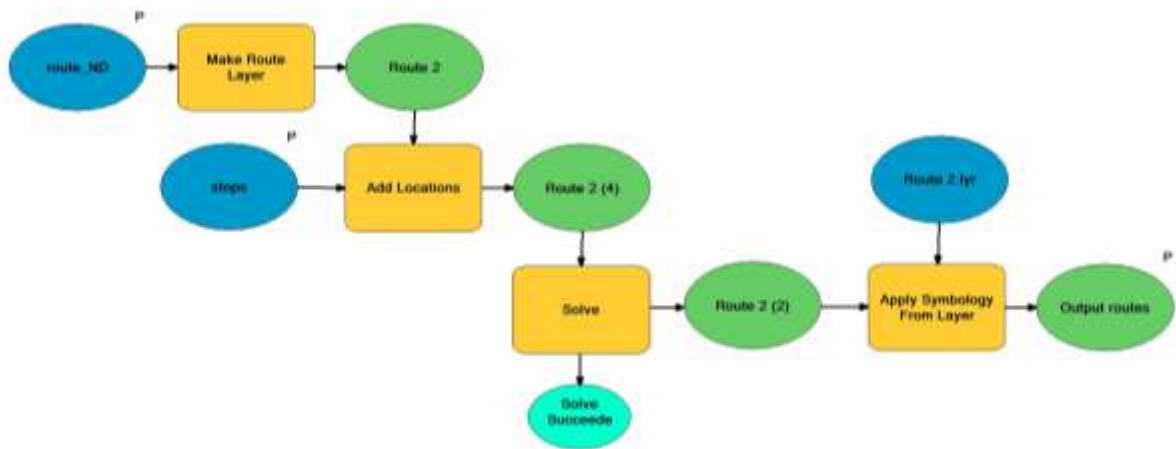
Şekil 4.4: Primer Transport modeli ile güzergah belirlenmesi.



Şekil 4.5: Primer Transport modeli ile çoklu üretim noktasından güzergah belirleme.

4.6 Sekonder Transport Çözümleri

Sekonder transport aşamasında iki farklı tasarım geliştirilmiştir. Bunlardan ilki taşıt kapasitesi dikkate alınmaksızın belirlenmiş olan tek bir araç ile nakliyat yapılması durumudur. Bu durum için aşağıdaki model geliştirilmiştir. Model kullanım öncesinde nereden nereye nakliyat yapılacağı konum (stop) olarak belirtilir. Model gerekli çalışmaları tamamladıktan sonra nakliyat güzergâhı çizdirmektedir. Model iş akışı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

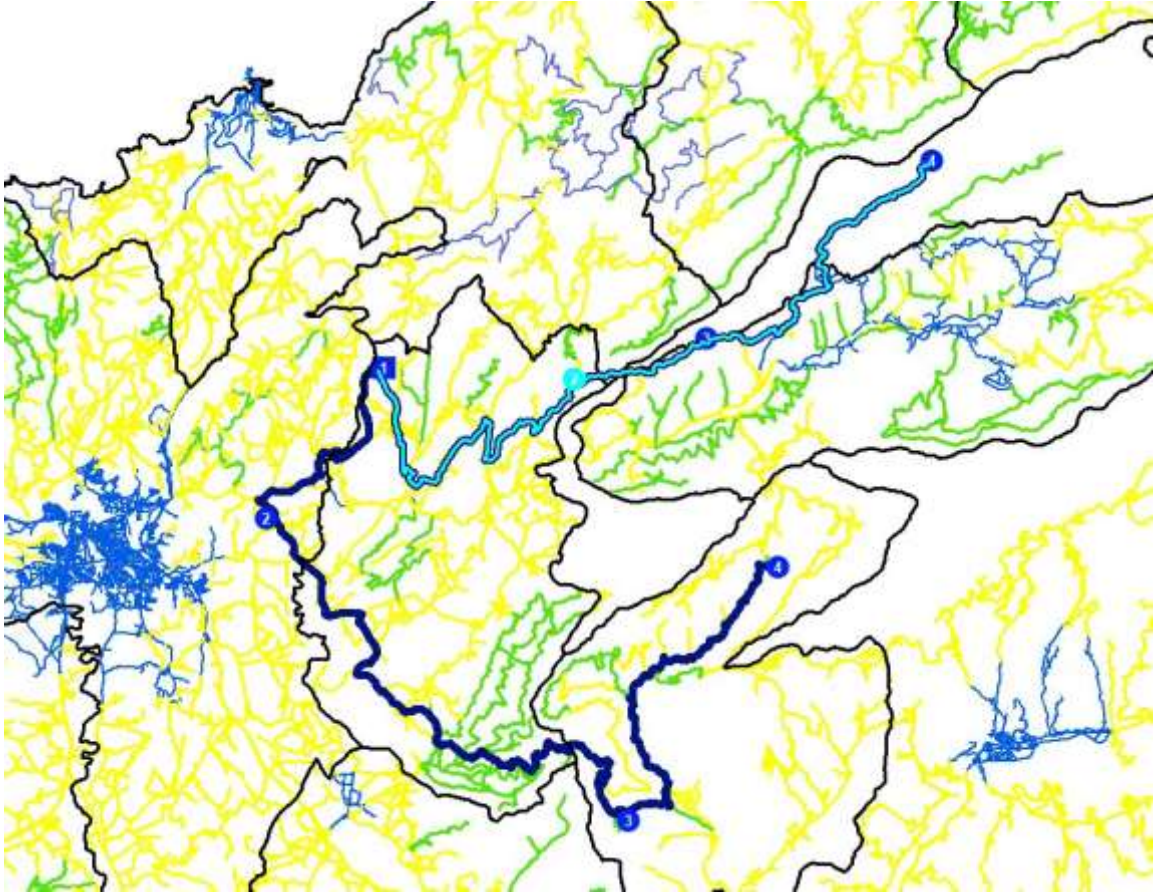


Şekil 4.6: Tek araç ile sekonder transport modeli.

Geliştirilen ikinci tasarımda ise nakledilecek emvalin miktarı bellidir. Sisteme önceden kaydedilmiş olan kapasiteleri belli araçlar arasından birini veya araçların kombine seçimi sağlanarak nakliyat planlaması yapılmaktadır. Çalışma sırasında araç çeşitliliği olması açısından traktör, kamyon ve tır olmak üzere üç araç belirlenmiştir. Araçların taşıma kapasiteleri traktör ve kamyon için ortalama değer olarak 10 m^3 ve 40 m^3 belirlenmiştir. Tır taşıma kapasitesi belirlenirken modellerin çalışma şekilleri düşünülerek maksimum değeri olan 60 m^3 olarak belirlenmiştir.

Network Analysis modülü kullanılarak New Vehicle Routing Problem sorgusu oluşturuldu. Routes kısmından araç bilgileri detaylı olarak sisteme girildi. Sorgunun çalışması için depo, gidilecek konum, zaman gibi gerekli bilgilerin tamamı sisteme tanıtılır ve sorgu çalıştırılır. Sorgu çalıştığında hedef veya hedeflerde bulunan emvalin miktarı ve araçların taşıma kapasitesi dikkate alınarak öncelikle emvalin miktarına göre araç veya araçların seçimi yapılmaktadır. Araç seçimi yapıldıktan sonra seçilen araçlar için uygun nakliyat güzergâhı

belirlenmektedir.

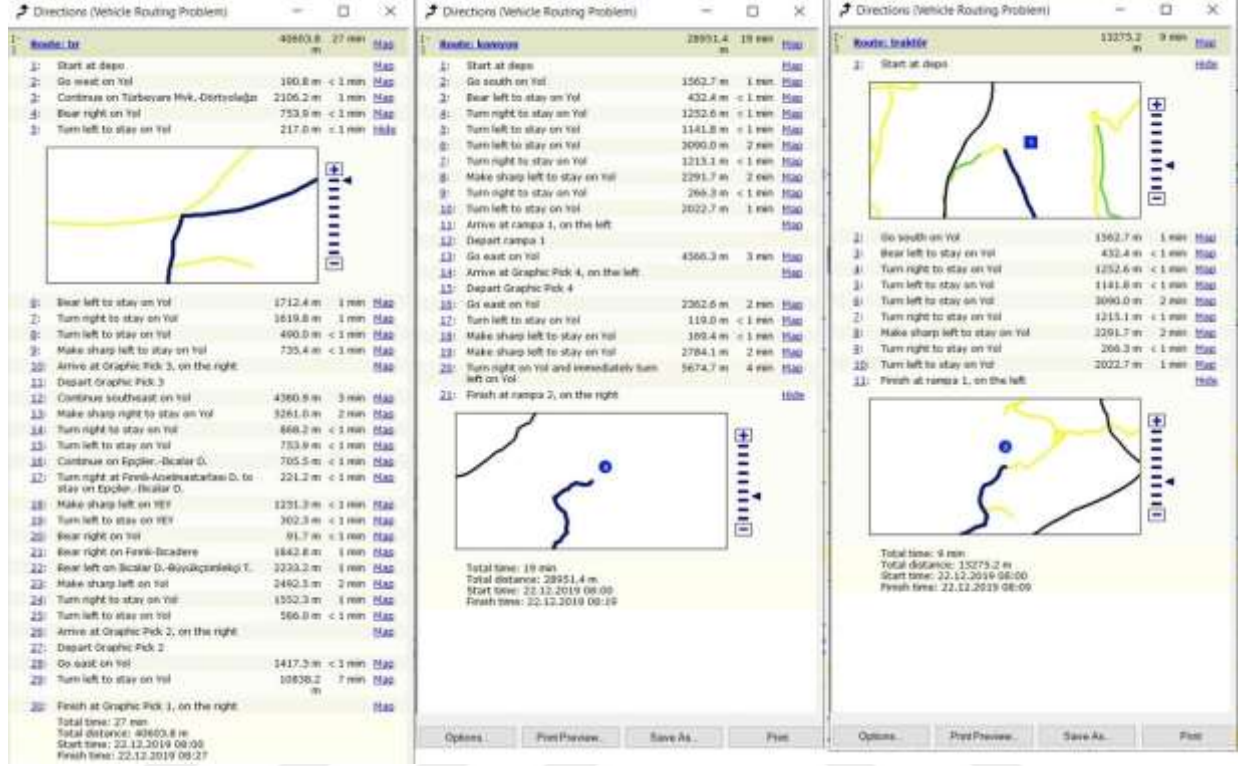


Şekil 4.7: Kapasiteye göre araç ve güzergâh seçimi. (Yeşil: orman yolu, Sar ve Mavi köy ve merkez yolu)

Şekil 4.7’de gösterildiği üzere hedeflerdeki kapasite yetmediği için sistem üç araç ile nakliyat planlaması gerçekleştirmiştir. Şekilde 1 numara orman deposu olarak belirlenmiştir. Yukarıya doğru giden güzergâhta iki numaralı rampada 10 m³, üç numaralı rampada 10 m³, dört numaralı rampada 30 m³ emval belirlenmiştir. Aşağıya doğru giden güzergâh üzerinde bulunan tüm rampalarda 20 m³ emval belirlenmiştir.

Yukarıya doğru giden güzergâh kamyon ve traktör için belirlenmiş, aşağıya doğru giden güzergâh ise tır için belirlenmiştir. Kamyon için belirlenen güzergâh 40 m³ emval için planlanırken, tır için belirlenen güzergâh 60 m³ emval için tespit edilmiştir. Traktör için yapılan planlama 10 m³ emval için yapılmış olup depoya en yakın konumdaki şekilde 2 numara ile gösterilen rampadan yapılmaktadır. Yukarıya doğru olan güzergâha tır göndermemesinin sebebi ise rotanın tamamındaki emvalin toplamı tırın kapasitesinden 10

m³ eksik olmasıdır. Yapılan çalışmada maksimum fayda gözetildiğinden araçların tam kapasitesinde veya çok az bir eksik ile çalıştığı görülmektedir. Modelin oluşturduğu araç rotaları ayrıntılı olarak Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8: Araç rotalarının ayrıntılı dökümü (Sırasıyla tır, kamyon, traktör).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ormanlar sağladıkları faydalar neticesinde insanların varoluşundan bu yana vazgeçilmez bir değer olmuştur. Bu nedenle ormanlarımızın üretim, odun dışı orman ürünleri, doğa koruma, toplum sağlığı, rekreasyon, toprak koruma, su koruma gibi bütün fonksiyonları insanlık için çok kıymetlidir. Ormanların sayısız yararları ve devam ettikçe insanların hizmetinde olacağı göz önünde bulundurulduğunda sürdürülebilirlik ilkesi büyük önem kazanmaktadır. Ormanlarda faydalanmayı sağlayabilmek için temelde orman yollarına ihtiyaç duyulmaktadır. Teknolojik gelişmelerin baş döndürücü bir hıza ulaştığı günümüz şartlarında orman yol ağ planlarının yapımında CBS programlarından yararlanılmaktadır.

Tez çalışmasında, ormancılık faaliyetlerinin temelini oluşturan transport çalışmalarını kolaylaştırmak üzere nakliyat sırasında kullanılacak olan en uygun güzergâhın belirlenmesi Bartın Orman İşletme Müdürlüğü örneğinde ele alınmıştır. Çalışma alanının seçilmesinde arazi yapısındaki farklılıklar, orman depolarının konumları, yol ağ planlarının durumu ve diğer yol tipleri gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler göz önünde bulundurularak kapsamlı bir yol ağ planı oluşturularak primer ve sekonder transport modelleri geliştirilmiştir.

Bartın Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunan yolların tamamının sayısallaştırılması online uydu görüntüleri kullanılarak yapılmıştır. İl dışına yapılacak olan nakliyat planlamaları düşünülerek tüm Türkiye'nin Open Street Map yol veri sisteme dâhil edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 582.175 km'lik bir yol ağ planı elde edilmiştir.

Primer transport planlamasında çalışmada üretim alanını en iyi temsil eden noktalar seçilerek bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model sayesinde üretim alanı ile çevresinde bulunan yol ağına ulaşım alternatifleri net olarak ortaya konulmuştur. Arazide eğim, bakı ve yükseklik etmenleri dışında taşlık-kayalık gibi etmenler olacağından alternatifler arasından seçim yapılması işlemi kullanıcıya bırakılmıştır. Kullanıcıya sunulan alternatiflerin rota oluşturulması ile arazide gerekli incelemelerin yapılarak güzergâhın belirlenmesi tavsiye edilmektedir. Model konumları belli olan kütük noktaları ile yol ağ planı kullanılarak da

güzergâh belirlemede kullanılabilmektedir.

Sekonder transport çalışmaları sırasında iki koşul üzerinde durulmuştur. Birinci koşul tek bir araç kullanılarak belirlenen konumlar arasında nakliyat planlamasıdır. Bu koşulda emvalin miktarı ile ilgili olarak herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Yapılma sebebi araç çeşitliliğinin olmadığı durumlarda tek bir araç ile en uygun güzergâhın belirlenmesidir.

İkinci koşul olarak sisteme birden fazla aracın tanıtılması ile orman içerisinde dağınık halde bulunan emval için nakliyat planı yapılmasıdır. Bu koşul kullanılırken araçların taşıma kapasitesi ve rampada bulunan emvalin miktarı göz önünde bulundurulmaktadır. Model çalıştırıldığında araçların mümkün olduğu kadar dolu olmasına dikkat edildiği görülmüştür. Depoya yakında bulunan ve araçlardan herhangi birinin tamamını doldurabilecek olan rampa var ise önceliği seçilen araç için o rampaya verdiği tespit edilmiştir. Tasarlanan model ile araçların en kısa güzergâhı kullanarak ve en fazla yük ile nakliyat planlandığı görülmüştür. Bu sonuç bize çalışmada maksimum faydayı sağladığımızı göstermektedir.

Hazırlanan tez çalışması ile tam manasıyla karşılaştırılma yapılacak net bir yayın bulunamamıştır. Bu nedenle konu farklı olmasına rağmen kullanılan modülün aynı olması nedeni ile “Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları” karşılaştırmak mümkündür. İki konu kapsamlı olarak incelendiğinde temel olarak birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak dikkatli incelendiği takdirde bu çalışmanın konu itibari ile daha detaylı bir çalışma olduğu görülmektedir. Bu durumda kullanılan program ve analizlerde yapılan geliştirme çalışmalarının da büyük önemi bulunmaktadır (Varol vd., 2010).

Ülkemizdeki ormancılık faaliyetlerde dikili satışlar arttığından, orman emvalinin tek elden üretilip satılır hale geldiğinden bu gibi modeller geliştirilmeye ihtiyaç duyulmuştur. Geliştirilen modeller sayesinde üretim yapan fabrikaların kolaylıkla nakliyat planı yapması sağlanmıştır. Ayrıca bu planlamalarda maksimum fayda ve kar ön planda tutulmuştur. Orman depolarına doğrudan yapılacak olan nakliyat planlamaları içinde kullanılabilecek olan modeller işletmeler için de kolaylık sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada ortaya çıkan başlıca sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

1. Primer transport için kullanılması gereken yollar tüm alternatifleri ile ortaya koyulmuştur. Kullanıcı bu alternatifler arasından seçim yapmadan önce detaylı bir saha çalışması yapmalıdır.
2. Sekonder transport çalışmalarında hem tek araç kullanılarak yapılacak olan nakliyat planlamaları için model geliştirilmiş hem de network analizi kullanılarak birden fazla araç kullanılarak yapılacak olan nakliyat planlamasında araçların kapasitesi ve rampadaki emval durumuna göre planlaması yapılabilmesi sağlanmıştır.
3. Araçların özellikleri göz önünde tutularak bazı yolların kullanıma kapatılması mümkündür.
4. Araç sayısını, maliyetleri ve yıpranmaları minimize edecek rota tercihlerinin belirlenmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu sayede araçların çalışma saatleri belirlenerek süreli bir nakliyat planı oluşturulması mümkün olacaktır.

Yapılan çalışmadan elde edilen orijinal bulgulara dayanılarak geliştirilmesi gereken kısımlar ve önerilen çalışma konuları aşağıda listelenmiştir.

1. Primer transport safhasında model kullanılarak elde edilen alternatifler hakkında detaylı bir çalışma yapılabilir.
2. Sekonder transport sırasında alternatifler arttırılarak modelin verimliliği hakkında çalışma yapılabilir.
3. Bartın Orman İşletme Müdürlüğü için oluşturulan yol ağı planı yapılacak olan araştırmalarda kaynak veri olarak kullanılabilir.
4. Geliştirilen modeller ile Network 2001 gibi bu konuda önde gelen programlar karşılaştırılabilir.
5. Dağlık arazilerde yapılacak yol planlamalarında güzergâh belirlemek için kullanılabilir.
6. Yapılan çalışmanın ekonomik durumunu değerlendirmek için modeller kullanılarak gerçek veriler ile karşılaştırılabilir.
7. Arazi koşulları sisteme daha detaylı girildiği takdirde saha çalışması gerektirmeden yol güzergâhı oluşturulabilir.
8. Araç özellikleri ve yük bilgisi detaylı olarak girilirse yakıt giderleri ve araçların yıpranmaları üzerine çalışılabilir.

9. Model geliştirilerek Orman Bilgi Sistemine eklenebilir ve bu sayede transport alternatifleri kontrol edilebilir. Ayrıca bölmeden çıkarma ve nakliyat giderleri hesaplanabilir.
10. Arazi koşullarının detaylı olarak belirlenmesi ve alternatiflerin üretilmesi ile bölmeden çıkarma yöntemini önerebilen bir sistem kurulabilir.



KAYNAKLAR

- Acar, H. H. ve Eroğlu, H., (2001). Orman yolları üzerinde odun hammaddesi nakliyatının planlanması. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 61-66.
- Acar, H. H., (1998). Artvin Orman İşletme Müdürlüğünde kamyonla nakliyat giderlerinin transport modeli ile minimize edilmesi. *Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 491-497.
- Akay, A. E. ve Erdaş, O. (2007). Orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında ağ (Network) modeli yaklaşımı. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi- A-Serisi*. 57(2), 1-20.
- Akay, A. E. ve Şakar, D. (2009). Yangın Sahasına En Kısa Sürede Ulaşımı Sağlayan Optimum Güzergahın Belirlenmesinde CBS Tabanlı Karar Destekleme Sisteminin Kullanılması. *TMMOB COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ KONGRESİ 2009*, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
- Anderson, A. E. ve Nelson, J. D. (2004). Projecting vector based road networks with a shortest path algorithm. *Can. J. For. Res.* 34(7), 1444-1457.
- Bayoğlu, S. (1997). Orman transport tesisleri ve taşıtları. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Bayoğlu, S., Seçkin, Ö. B. (1984). Tarım Traktörleri ve Ormancılıkta Yararlanma İmkanları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri B, Cilt 34, Sayı 1, Yıl 1984, İstanbul.
- Beasley, J., Dowsland, K., Glover, F., Manuel, L., Peterson, C., Reeves, C. ve Soderberg, B. (1993). Modern heuristic techniques for combinatorial problems. Halsted Press, John Wiley and Sons, Inc. New York. 320 p.
- Chung, W. ve Sessions, J. (2001). Designing a forest road network using heuristic optimization techniques. In *Proceedings of the 24th Meeting of the Council of Forest Engineering*, July 15-19, Snowshoe, West Virginia.
- Daşdemir, Y. (2004). Veritabanı Yönetim Sistemleri, Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- Douglas, R. A. and Henderson, B. S. (1987). Computer assisted forest road route location. *High Technology in Forest Engineering. Proceedings of the Council of Forest Engineering, 10th Annual Meeting, Syracuse, New York.* pp. 201-217.
- Erden, T., Coşkun, M. Z. ve İpbüker, C. (2003). Cbs'de Ağ Analizi Ve Ulaşım Problemleri. www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/129_2.pdf
- ESRI (1998). Using the ArcView Network Analyst GIS, Environmental Systems Research, <http://downloads.esri.com/support/whitepapers/other/ana0498.pdf>
- ESRI (2005). ArcGIS 9 Building A Geodatabase. USA. http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/pdf/Building_Geodatabases_Tutorial.pdf.

ESRI (2010). ArcGIS Network Analyst Tutorial. ESRI Publishers, USA.

Gümüş, S. (2019). Transport Tekniği ve Tesisleri Ders Notu, http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormaninsaati_d02cb.pdf (Erişim, 10/11/2019).

Hacısalıhoğlu, H (1998). Dönüşümler ve Geometrilere, Ertem Math.

Hasdemir, 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.

Hasdemir, M., DEMİR, M., (1998). Orman Yollarının Planlanmasında Bilgisayar Programlarından Yararlanma İmkanları, *Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu*, 21- 23.Ekim. 1998, İstanbul.

Hasdemir, M., ve Demir, M. (2005). Ormancılıktaki GELİŞMELERE BAĞLI OLARAK ORMAN YOL Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları Ve Orman Yol Yoğunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55(2), 1-13.

İnan, A. ve İzgi, E. (2011). GIS (Coğrafi Bilgi Sistemleri). Retrieved April 12,2017, from <http://cbs.ormansu.gov.tr/cob2011/wp-content/uploads/2011/05/cbs1.pdf>

Karaş, İ. R. (2007). Objelerin Topolojik İlişkilerinin 3b CBS ve Ağ Analizi Kapsamında Değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İstanbul.

NETCAD (2015). Veri Yapıları, <https://www.slideshare.net/ForesterEngineer/netcad-cad6-eitimdokman> (Erişim 10.11.2019)

OGM (2008). 292 Nolu Tebliğ, Orman Yolları Planlaması, Yapımı Ve Bakımı. Ankara.

Şentürk, N., Öztürk, T., Demir, M., ve Akgül, M. (2008). Kurtkemerli Orman İşletme Şefliğinde Orman Transport Bilgi Sisteminin Oluşturulması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(3), 1-10.

Tan, J. (1999). Locating forest roads by a spatial and heuristic procedure using microcomputers. *Journal of Forest Engineering*. 10 (2), 91-100.

URL-1 (2019). <https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Orman%20Yollari%20Ders%20Notlari.pdf>, Orman Yolları Ders Notu, (Erişim, 03.11.2019)

URL-2 (2019). http://www.mepsistem.com.tr/?module=modul_tek&modul=286&cat=819, Coğrafi Bilgi Sistemleri, (Erişim, 05.11.2019).

URL-3 (2019). <https://tr.depositphotos.com/portfolio-5750040.html>, Coğrafi Bilgi Sistemleri Grafikleri, (Erişim, 05.11.2019).

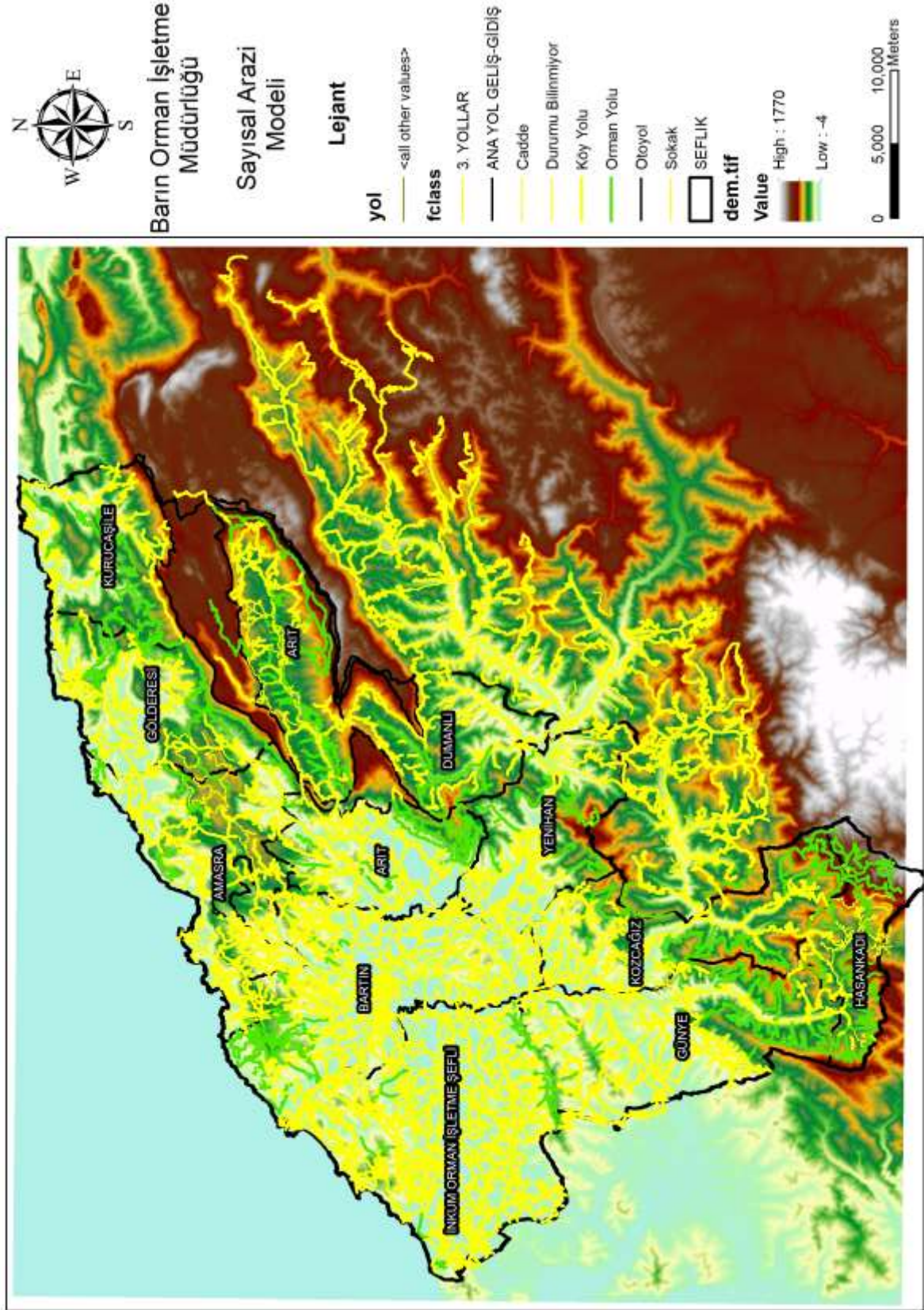
URL-4 (2019).<https://cbsakademi.ibb.istanbul/cbs-dunyayi-nasil-degistiriyor-1000-cbs-uygulamasi-ve-kullanimi/>, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanım Alanları, (Erişim,

05.11.2019)

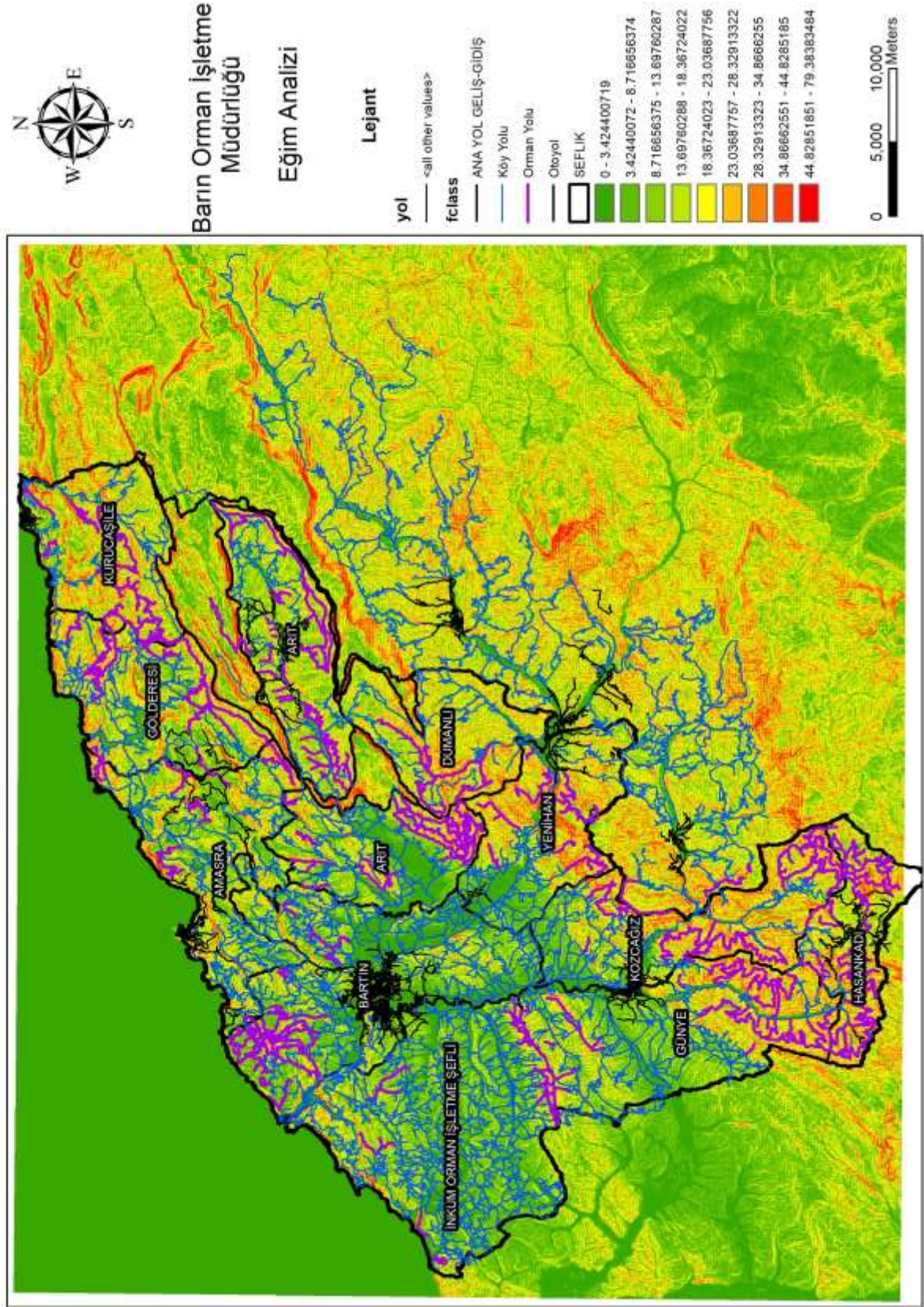
- URL-5 (2019). <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=111477859>, Uydu Görüntüleri ve Özellikleri, (Erişim, 05.11.2019).
- URL-6 (2019). commons.wikimedia.org/2010, Raster ve Vektör veri arasındaki farklar, (Erişim, 04.11.2019)
- URL-7 (2019). <https://www.neonscience.org/raster-data-r>, National Ecological Observatory Network (NEON), Raster Veri Özellikleri, (Erişim, 04.11.2019)
- URL-8 (2019). <https://zonguldakobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/%C4%B0%C5%9Fletme%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BCkleri/bartın.aspx>., Orman Yolları Ders Notu, (Erişim, 03.11.2019)
- Varol, T., Özel, H. B. ve Macaroğlu, K. (2013). Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları (Yenihan Orman İşletme Şefliği Örnek Çalışması).
- Yıldırım, V. ve Yomralıoğlu, T., (2002). Adres Bilgi Sistemi Tasarımı ve Ağ Analizi Uygulamaları, *Türkiye Sekizinci Esri ve Erdas Kullanıcıları Grubu Toplantısı*, 6-7 Haziran 2002, ODTÜ, Ankara.
- Yomralıoğlu, T (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamaları, Seçil Ofset
- Zhan, F. B. (1997). Three fastest shortest path algorithms on real road networks: Data structures and procedures. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*. sayı:1, 70-82.

EKLER

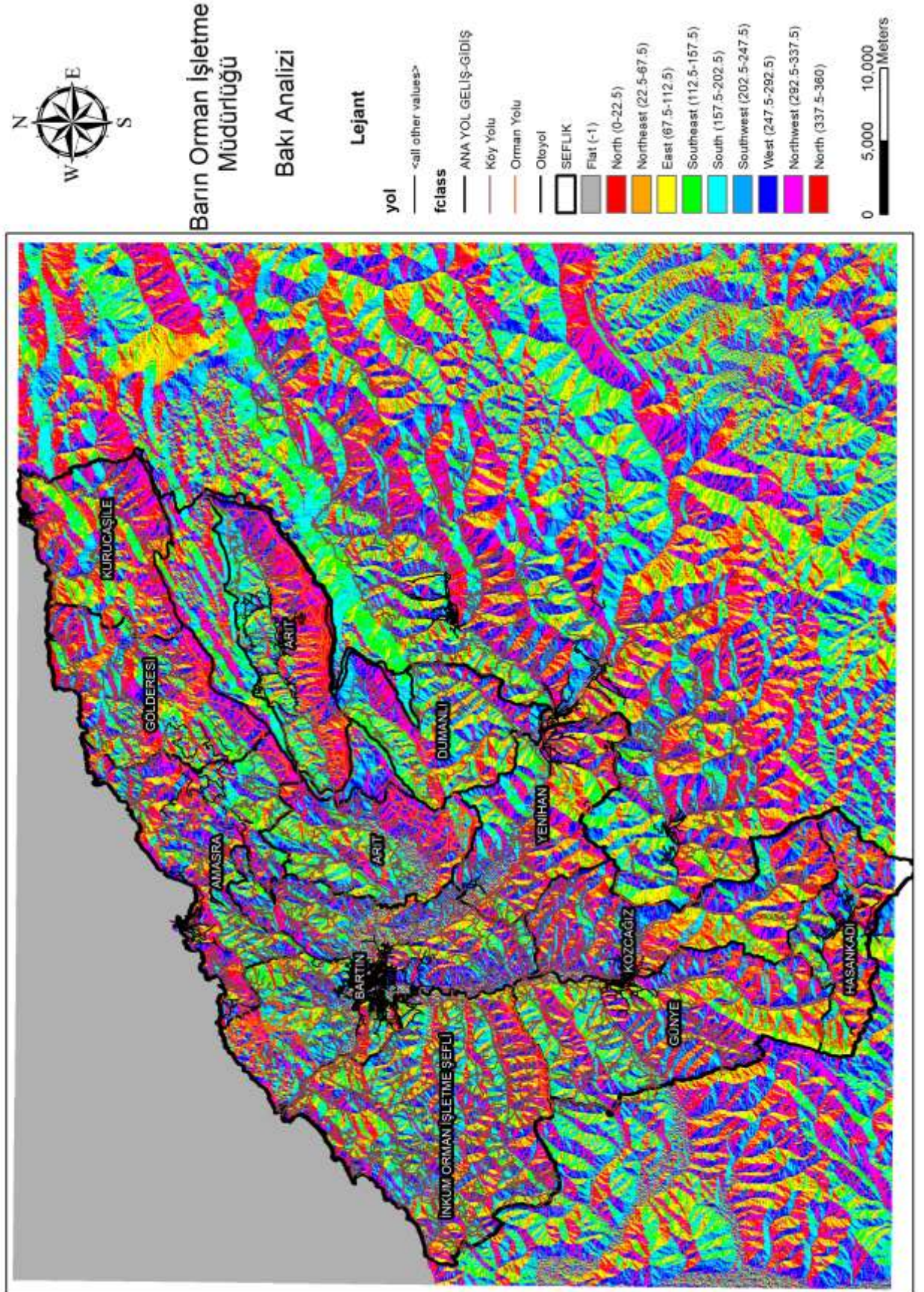
EK 1: Sayısal arazi modeli.



EK 2: Eğim modeli.



EK 3: Bakı modeli.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Oktay BAKIRTAŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : Bartın ve 29.03.1994

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : BAKIRTAŞ O., VAROL T. Ve BAKIRTAŞ S., V. International Congress on Natural and Health Sciences (ICNHS-2019), GPS ve Uydu Görüntüsü Verilerinden Elde Edilen Orman Yol Ağı Planlarının Karşılaştırılması (s. 175-184),
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar : 2014 - Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü
2015 - Bartın Orman İşletme Şefliği
Projeler ve Kurs Belgeleri : 2017 - Orman Yol Ağları ve Geçki Seçimi Yol Projelendirme Uygulamaları Seçimi
2016 - CAD Tabanlı Ormancılık Uygulamalarına Yönelik Proje Hazırlama Eğitimi
2015- Ormancılık Uygulamalarında CBS Eğitimi
2015 - Doç. Dr. Orhan SEVGİ Yürütücülüğünde, 2b Uygulamasıyla Orman Dışına Çıkarılan Alanların Çeşitli Ekolojik Ve Sosyal Değişkenlerle İlişkileri

Tübitak projesi’nde araştırma asistanı olarak görev aldı.

2012 – Casper Bilgisayar Teknisyen Eğitimi

2008 - British Time İngilizce ve Bilgisayar Eğitimi

Çalıştığı Kurumlar : 2018 – 2019 Bartın Orman İşletme Müdürlüğü
(Danışman Mühendis)
2017 İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri (İç İşleri Bakanlığı
MAKS projesi – Bartın İl Danışmanı)
2012 - Casper Avrupa Bölge Servisi
2011 – Bilsis Bilgisayar

İletişim

E-Posta Adresi : oktaybakirtas@gmail.com

Tarih : 31/01/2020 (Tez Savunma Tarihi)