



ORMAN ÜRÜNLERİ NAKLİYATININ PLANLANMASI
AMAÇLI CBS TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

Hande Egemen SÜSLÜ

Yüksek Lisans Tezi

Orman Ürünleri Anabilim Dalı

Prof.Dr. Abdullah Emin AKAY

2016



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ÜRÜNLERİ NAKLİYATININ PLANLANMASI AMAÇLI CBS
TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hande Egemen SÜSLÜ

Orman Ürünleri Anabilim Dalı

BURSA

Haziran 2016

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

“HANDE EGEMEN SÜSLÜ” tarafından “PROF.DR. ABDULLAH EMİN AKAY” yönetiminde hazırlanan “ORMAN ÜRÜNLERİ NAKLİYATININ PLANLANMASI AMAÇLI CBS TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ ” başlıklı tez, kapsamı ve niteliği açısından incelenmiş ve **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Abdullah Emin AKAY
(Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü)

Prof.Dr. Mustafa YILMAZ
(Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü)

Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKGÜL
(İstanbul Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü)

Tez Savunma Tarihi: 27/06/2016

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Doç.Dr. Murat ERTAŞ

.....

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Hande Egemen SÜSLÜ

İmzası :

TEŞEKKÜR

“Orman Ürünleri Nakliyatının Planlanması Amaçlı CBS Tabanlı Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi” adlı bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın her aşamasında katkılarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Abdullah Emin AKAY’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez jürimde bulunan ve tezimle ilgili görüşlerinden yararlandığım sayın Prof.Dr. Mustafa YILMAZ’a ve Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKGÜL’e teşekkürlerimi sunarım.

115R004 Nolu Orman Ürünleri Nakliyatının Planlanması Amaçlı CBS Tabanlı Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi adlı Tübitak Projesi kapsamında gerçekleştirilmiş olan bu çalışma için TÜBİTAK’ a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmalarım süresince katkılarından dolayı Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürü Ahmet ER’e, Sarnıç Orman İşletme Şefi Fatih KURT’a, Paşalar Orman İşletme Şefi Ahmet YILDIRIM’a, Turfal Orman İşletme Şefi Fatih BAŞ’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, arazi çalışmalarım sırasında yardımlarından dolayı değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Dr. Ebru BİLİCİ, Didem ÖZKAN ve Tarık S. KARABENLİ’ye teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve değerli eşim Hasan SÜSLÜ’ye teşekkürlerimi sunarım.

Hande Egemen SÜSLÜ

İÇİNDEKİLER

	<u>sayfa no</u>
İçindekiler	<i>i</i>
Şekil Listesi	<i>ii</i>
Çizelge Listesi	<i>iii</i>
Sembol ve Kısaltma listesi	<i>iv</i>
Özet	<i>v</i>
Abstract	<i>vii</i>
1. GİRİŞ	1
1.1 Bölmeden Çıkarma Yöntemleri	2
1.1.1 İnsan Gücü ile Bölmeden Çıkarma	3
1.1.2 Hayvan Gücü ile Bölmeden Çıkarma	4
1.1.3 Tarım Traktörüyle Bölmeden Çıkarma	5
1.1.4 Orman Traktörüyle Bölmeden Çıkarma	7
1.1.5 Kablo Hatlar ile Bölmeden Çıkarma	8
1.2 Uzak Nakliyat	12
1.2.1 Traktör-Treylerle Taşıma	13
1.2.2 Kamyon ve Kamyon-Treyler ile Taşıma	14
1.2.3 Yollar Üzerinde Taşıma ve Kamyon Çeşitleri	15
1.2.4 Kamyonlarda Teknik Özellikler Hakkında Genel Bilgiler	18
1.3 Orman Yolları	20
1.3.1 Orman Yol Tipleri	22
1.3.2 Üst Yapı Malzemesi Yönünden Orman Yol Tipleri	25
1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	26
2. LİTERATÜR ÖZETİ	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM	31
3.1 Materyal	31
3.1.1 Çalışma Alanı	31
3.1.2 Orman Depoları ve Rampalar	33
3.1.3 Kullanılan Ölçüm Aletleri ve Cihazlar	37
3.2 Yöntem	37
3.2.1 Veri Tabanı	37
3.2.2 Ağ Analizi	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	45
4.1 Bulgular	45
4.1.1 Minimum Maliyet	47
4.1.1.1 Sarnıç Orman İşletme Şefliği	47
4.1.1.2 Paşalar Orman İşletme Şefliği	49
4.1.1.3 Turfal Orman İşletme Şefliği	51
4.1.2 Maksimum Net Kar Bulguları	53
4.1.2.1 Sarnıç Orman İşletme Şefliği	53
4.1.2.2 Paşalar Orman İşletme Şefliği	54
4.1.2.3 Turfal Orman İşletme Şefliği	55
4.1.3 Komşu İşletmelerin Depolarının Kullanılması Durumu	56
4.2 Tartışma	61
4.2.1 Minimum Maliyet	61
4.2.2 Maksimum Net Kar	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>sayfa no</u>
Şekil 1.1 Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma (Foto: AE.Akay, Austrofoma 2015, Avusturya)	4
Şekil 1.2 Tarım traktörünün orman ürünlerini sürütme şeridi üzerinde sürütmesi	5
Şekil 1.3 Tarım traktörünün kablo çekimiyle asli orman ürünlerini çekmesi	6
Şekil 1.4 Tarım traktörlerinin yükleyici (sol) ve taşıyıcı (sağ) olarak kullanılması	6
Şekil 1.5 Orman traktörüyle bölmeden çıkarma	8
Şekil 1.6 ACKJA KBF 422 kablo vinç (sol) ve Radiotir kablo vinç (sağ)	8
Şekil 1.7 Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi (Acar, 2004)	10
Şekil 1.8 Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi (Acar, 2004)	10
Şekil 1.9. Koller K300 (a), URUS M-III (b) ve WYSSEN (c) marka vinçli hava hatları	11
Şekil 1.10 Traktör treyler ile taşıma	13
Şekil 1.11 Odun hammaddesi üretim şekline göre kullanılan kamyon çeşitleri	17
Şekil 1.12 BMC 200-26 Turbo Intercooler kamyonun ve teknik özellikleri	20
Şekil 1.13 Yol Kapasitesine Göre Yapım ve Bakım Giderlerinin Değişimi (Erdaş, 1997)	21
Şekil 1.14 Ana orman yolu standart profili (Erdaş, 1997)	23
Şekil 1.15 A-Tipi (sol) ve B-Tipi (sağ) tali orman yollarının profilleri (Erdaş, 1997)	24
Şekil 1.16 Traktör yolu kesiti (Erdaş, 1997)	24
Şekil 1.17 Toprak yol görüntüsü	25
Şekil 1.18 Stabilize yol görüntüsü	26
Şekil 1.19 Asfalt kaplama yol görüntüsü	26
Şekil 3.1. Çalışma alanı	31
Şekil 3.2. Çalışma alanında yer alan orman depolarında görüntüleri	34
Şekil 3.3. Kullanılan el GPS'i ve yazılımlar	37
Şekil 3.4. Türkiye pafta (1/25000) indeksi haritası ve çalışma alanı	38
Şekil 3.5. Çalışma alanı içinde yer alan paftalar (1/25000)	38
Şekil 3.6. Çalışma alanının bir bölümüne ait yol ağı veri katmanı	39
Şekil 3.7. Yol ağı sistemi ve parametreleri	40
Şekil 3.8. Ağ veritabında düğüm noktaları ve linkler	42
Şekil 3.9. Ağ Analist eklentisi altında yakınlık analizi	43
Şekil 3.10 Ağ veritabında kullanılan alansal bariyerler	44
Şekil 4.1 Çalışma alanına ait yol ağı haritası	45
Şekil 4.2 Çalışma alanı sınırlarında yer alan orman depolarının ve rampaların lokasyonları	46
Şekil 4.3 Sarnıç Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları	48
Şekil 4.4 Paşalar Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları	50
Şekil 4.5 Turfal Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları	52
Şekil 4.6 Çalışma alanının tamamında minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları	58

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>sayfa no</u>
Çizelge 1.1 Yapılması planlanan ve yapılan mevcut yollar (OGM, 2010)	22
Çizelge 1.2 Orman Yollarının Geometrik Standartları (Bilici, 2008)	23
Çizelge 3.1 Bursa OBM sınırlarındaki İşletme Müdürlükleri orman varlığı (ha) bilgileri (URL1, 2015)	32
Çizelge 3.2 Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki İşletme Şefliklerinin orman varlığı (ha) (URL1, 2015)	32
Çizelge 3.3 Çalışma alanında yer alan Orman Depoları	33
Çizelge 3.4 Çalışma alanındaki orman ürünlerinin orman depolarına göre satış fiyatları (TL)	35
Çizelge 3.5 Sarnıç Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m ³)	35
Çizelge 3.6 Paşalar Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m ³)	36
Çizelge 3.7 Turfal Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m ³)	36
Çizelge 3.8 Yol tipi ve yol durumu için ortalama araç hızları (km/saat)	41
Çizelge 4.1 Çalışma alanında bulunan yolların uzunluk bilgileri	46
Çizelge 4.2 Sarnıç orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti	47
Çizelge 4.3 Paşalar orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti	49
Çizelge 4.4 Turfal orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti	51
Çizelge 4.5 Sarnıç orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar	53
Çizelge 4.6 Paşalar orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar	54
Çizelge 4.7 Paşalar Orman İşletme Şefliğinde orman ürünlerinden maksimum net karın sağlandığı orman depoları	55
Çizelge 4.8 Turfal orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar	56
Çizelge 4.9 Çalışma alanında orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti	57
Çizelge 4.10 Çalışma alanında orman ürünlerinden elde edilen net kar değerleri	59
Çizelge 4.11 Çalışma alanında orman ürünlerinden maksimum net karın sağlandığı orman depoları	60
Çizelge 4.12 Her bir şeflik için orman depolarına göre nakliyat maliyetleri	62
Çizelge 4.13 Her bir şeflik için orman ürünlerine göre nakliyat maliyetleri	62
Çizelge 4.14 Çalışma alanının tamamı için orman depolarına göre nakliyat maliyetleri	63
Çizelge 4.15 Çalışma alanının tamamı için orman ürünlerine göre nakliyat maliyetleri	63
Çizelge 4.16 Her bir şeflik için orman depolarına göre net kar değerleri	64
Çizelge 4.17 Her bir şeflik için orman ürünlerine göre net kar değerleri	64
Çizelge 4.18 Çalışma alanının tamamı için orman depolarına göre net kar değerleri	65
Çizelge 4.19 Çalışma alanının tamamı için orman ürünlerine göre net kar değerleri	65

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

CBS
OGM

Coğrafi Bilgi Sistemleri
Orman Genel Müdürlüğü



ÖZET

ORMAN ÜRÜNLERİ NAKLİYATININ PLANLANMASI AMAÇLI CBS TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Hande Egemen SÜSLÜ

Bursa Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Orman
Ürünleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Prof.Dr. Abdullah Emin AKAY

27/06/2016, 73 sayfa

Orman ürünlerinin nakliyatı çok sayıda alternatif güzergahın değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir. Bu durum, orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında ve optimum güzergahın sistematik olarak araştırılmasında bilgisayar destekli yöntemlerin kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, orman ürünlerinin nakliyat maliyetini en aza indiren optimum güzergahın belirlenmesi amacıyla, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında, uygulama alanı olarak Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Mustafakemalpaşa İşletme Müdürlüğüne bağlı; Paşalar, Sarnıç ve Turfal Orman İşletme Şeflikleri seçilmiştir. Uygulama alanında, toplam 5 adet orman deposu mevcuttur.

Çalışamdaki, ilk olarak ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılarak uygulama alanı kapsamında yer alan orman yolları, köy yolları, karayolları, orman ürünlerinin kamyonlara yüklenmek üzere istiflendikleri rampalar ve orman depoları sayısallaştırılmıştır. Daha sonra, ArcGIS 10.2 platformunda “ArcCatalog” modülü kullanılarak, bu sayısal veriler ile ağ veritabanı oluşturulmuştur. Son olarak, bu veritabanı üzerinde “ArcMap” modülünde çalışan “Ağ Analist” eklentisi kullanılarak, rampalardan muhtemel orman depolarına en ekonomik ulaşımı sağlayan optimum güzergahlar belirlenmiştir. Ayrıca, heyelan, toprak kayması riski gibi

nedenlerle ulaşıma kapanan alanlarda bulunan yol seksiyonları değerlendirme dışı bırakılarak güvenli ulaşımı sağlayan güzergahlar belirlenmiştir.

Yenilenebilir doğal kaynakların başında gelen ormanlarımızın bugün ve gelecek kuşakların ihtiyacını karşılayabilmesi ve aynı zamanda etkin bir şekilde korunabilmesi için sürdürülebilir ve optimum verimliliği sağlayacak modern yöntemlerle yönetilmesi gerekmektedir. Orman alanlarımızın sayısal veri tabanının geliştirilmesi ve özellikle mevcut yol ağlarının tamamının sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılması durumunda, bu çalışmada sunulan ve modern yöntemlere bir örnek teşkil eden karar destek sistemi, Türkiye genelinde uygulanabilecek ve böylece orman ürünlerinin nakliyatı daha hızlı ve etkin bir şekilde planlanacaktır.

Anahtar sözcükler: Ağ Analizi, CBS, En Kısa Yol, Orman ürünleri nakliyatı

ABSTRACT

DEVELOPING GIS BASED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR PLANNING TRANSPORTATION OF FOREST PRODUCTS

Hande Egemen SÜSLÜ

Bursa Technical University

Graduate School of Natural and Applied Science

Forest Products Program

Master of Science Thesis

Prof.Dr. Abdullah Emin AKAY

27/06/2016, 73 pages

Transportation of forest products is a complex problem that requires evaluation of many alternative routes. This indicates the necessity of using computer-assisted methods in planning transportation of forest products and systematically searching for the optimum route.

In this study, Geographical Information System (GIS) based decision support system was developed to decide the optimum route which minimizes the transportation cost of forest products. The study area consists of Paşalar, Sarnıç ve Turfal Forest Enterprise Chiefs in Mustafakemalpaşa Directories of Forest Enterprises, located in Bursa Regional Forestry Directorate. There are five forest depots in the study area.

In this study, firstly, the forest roads, rural roads, highways, the landing locations where forest products were bunched to be loaded into logging trucks, and forest depots were digitized by using ArcGIS 10.2 software. Then, network database was generated based on the digitized data by using ArcCatalog module under ArcGIS 10.2 environment. Finally, the optimum routes, providing the most economic transportation from landings to forest depots, were determined by using Network Analyst extension working under ArcMap module. Also, road sections located in inaccessible areas such landslide, mudslide risk were disregarded in the network analysis, therefore, the optimum route that provides the safest path was determined.

As essential renewable natural resources, in order forests to meet the demands of today's and future's generations and to be effectively preserved, they have to be managed by modern methods which ensures sustainability and optimum productivity. When the digital database of all the forested areas in Turkey are generated and especially all of the current road network is stored into the computers after digitized, the decision support system that will be produced in this study as an example of modern methods will be able to be implemented in national wide scale, and therefore, forest products transportation will be planned in a faster and more effective way.

Key words: GIS, Network Analysis, Shortest Path, Transportation of forest produc



1. GİRİŞ

Orman ürünleri üretim işlerinin planlanması, orman ürünlerinin üretimi, bölmeden çıkarma ve nakliyat gibi ormancılık çalışmalarının kendi içlerinde ve birbirleri arasında etkin ve uyumlu tasarımını ve uygulamasını gerektiren oldukça karmaşık bir sorundur [1]. Bu çalışmalar arasında, orman ürünlerinin nakliyatı toplam üretim maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır [2]. Bu nedenle, en uygun (en az maliyet/en yüksek net kar) nakliyat planının geliştirilmesi ülke ekonomisi açısından giderek artan bir öneme sahiptir.

Orman ürünlerinin nakliyatı tali ve ana nakliyat olmak üzere iki aşamada yapılmaktadır [3]. Tali nakliyat aşamasında orman ürünlerinin kesim yerlerinden yol kenarlarında düzenlenen geçici istif yerlerine (rampa) taşınırken, ana nakliyat aşamasında ise rampalarda toplanan ve istiflenen ürünler kamyonlarla orman depolarına ulaştırılır. Orman ürünlerinin üretim maliyetinin yaklaşık %40'ını ana nakliyat oluşturmaktadır [4]. Ana nakliyatın maliyetini etkileyen en önemli faktörler; aracın saatlik birim maliyeti, araç hızı, taşıma kapasitesi, yolun eğimi ve uzunluğu, yol tipi ve yolun durumudur.

Temelde planlayıcının tecrübelerine dayalı olan geleneksel yöntemler en uygun nakliyat planının geliştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında bilgisayar destekli modeller geliştirilerek, zaman ve ekonomik yönden önemli tasarruflar yapılması amaçlanmıştır. 1980'lerin sonlarında, bilgisayar teknolojisinde ve modern matematiksel algoritmalarda meydana gelen gelişmeler, en düşük maliyetli mesafenin bulunmasını gerektiren nakliyat problemlerinin çözümünde cazip alternatif metotların geliştirilmesine yardımcı olmuştur [5]. Ağ modelleri olarak bilinen bu metotlar en kısa yolun bulunması, en düşük maliyetli mesafenin bulunması, en uygun proje planlaması, maksimum değer akışının bulunması ve en uygun görev tahsisinin yapılması gibi problemlerin çözümünde kullanılırlar [6].

1.1 Bölmeden Çıkarma Yöntemleri

Orman içerisinde kesilip devrilmiş, bölümlerine ayrılmış ve kabukları soyularak taşınmaya hazır hale getirilmiş ürünlerin farklı teknikler kullanılarak (insan gücü, hayvan gücü ve makina gücü) orman yolu kenarında bulunan rampa, istif yeri veya depo gibi toplama yerlerine taşınması bölmeden çıkarma olarak tanımlanmaktadır [7] Bölmeden çıkarma çalışmaları üretim çalışmalarının masraflı ve zaman alıcı aşamasını oluşturmaktadır. Arazi şartlarının uygun olmadığı ve iyi bir yol şebekesinin bulunmadığı ormanlık alanlarda bölmeden çıkarma masrafları daha da artmaktadır.

Bölmeden çıkarma çalışmalarının dikkatli ve titiz bir şekilde gerçekleştirilmemesi halinde ormanda dikili ağaçlar, fidanlar, orman toprağı ve orman ürünleri zarar görebilmektedir [8], [9]. Ormanların sürekliliğinin sağlanması için bölmeden çıkama yönteminin doğru belirlenmesi ve uygun tekniklerle gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde, bölmeden çıkarma çalışmaları % 80'in üzerinde insan ve hayvan gücü ile sürüterek, atarak ya da kaydırılarak gerçekleştirilmektedir. Üretilen orman ürünlerinin yaklaşık %10'u ise orman traktörleri kullanılarak bölmeden çıkartılmaktadır [10]. Bununla birlikte, orman traktörleri ve çeşitli ekipmanla modifiye edilmiş ve güçlendirilmiş tarım traktörleri de sürütme ve taşıma operasyonlarında kullanılabilir [11]. Eğimin yüksek olduğu sarp ve dağlık bölgelerde ise vinçli hava hatları bölmeden çıkarma çalışmalarında tercih edilmektedir.

Teknik, ekonomik, çevresel ve ergonomik açılarından problemlili olan insan ve hayvan gücü ile sürütme yöntemi yerine, ülkemizde son yıllarda sınırlı sayıda uygulanan plastik oluk sistemi çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Plastik olukla taşıma sistemi, orman içerisinde gerçekleştirilebilmekte ve çevre zararlarının azaltılması yanında, taşınan ürünlerdeki kalite ve hacim kayıplarının minimumda tutulması gibi önemli faydalar sağlamaktadır [12].

1.1.1 İnsan Gücü ile Bölmeden Çıkarma

İnsan gücü ile bölmeden çıkarma yöntemi insan gücünden ve yerçekiminden yararlanılan en eski ve basit bir yöntemdir [7]. Bu sistemin başarısı düz arazi şartlarında daha az olmakla birlikte, arazi eğimi artıkça yamaç aşağı bölmeden çıkarmada arazi eğimi ve ürünlerin kendi ağırlığı başarıyı önemli derecede artırmaktadır.

İnsan gücüyle bölmeden çıkarma çalışmaları arazinin teknik özelliklerine ve kullanılacak ekipmanların mevcut olmasına bağlı olarak farklı yöntemlerle uygulanmaktadır. Ülkemizde bu yöntemler arasında; (1) Doğrudan zemin üzerinde kaydırma suretiyle bölmeden çıkarma, (2) Doğrudan insan gücüyle taşıma suretiyle bölmeden çıkarma, (3) Basit el gereçleri kullanmak suretiyle bölmeden çıkarma, (4) Oluklar içinde kaydırma suretiyle bölmeden çıkarma, (5) Yardımcı araçlar kullanarak bölmeden çıkarma yer almaktadır [13].

İnsan gücü ile bölmeden çıkarma çalışmalarında bazı hususlara dikkat edilmelidir [14] :

- Birinci ve ikinci aralama kesimlerinden elde edilen endüstri odunları düz arazide elle taşınabilmektedir. Ayrıca bu meşçereye zarar vermeyen bir yöntemdir.

- İnce uzun gövdeli odunlar (endüstri odunu, sıruk) eğimli arazide aşağı doğru orman yolu kenarına veya makine yoluna kadar elle sürütülebilmektedir. Ancak bu yöntem her seferinde yokuş yukarı yürümeyi gerektirdiğinden yorucu bir çalışma olmaktadır.

- İşçilik ücretlerinin düşük ve işgücü fazlalığı olan yerlerde uygulanabilmektedir. Ancak işi güçleştiren arazi yapısı, bitki örtüsü, kar vb. faktörlerin ücretlendirmede göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

- Kontrolsüz kaydırma yöntemi çıplak ve gençlik bulunmayan orman alanlarında ancak zorunlu hallerde uygulanmalıdır.

1.1.2 Hayvan Gücü ile Bölmeden Çıkarma

Hayvan gücünden yararlanılarak bölmeden çıkarmada genel olarak koşum hayvanları (at, katır, öküz, vb.) kullanılmaktadır (Şekil 1.1). Orman içindeki tahribatın önlenmesi amacıyla sürütme yolları üzerinde hayvan gücü ile bölmeden çıkarma çalışmaları yapılmaktadır [15]. Ayrıca, mekanik üretim araçlarının satın alma maliyetlerine ve bakım masraflarına bağlı olarak saatlik maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle de bölmeden çıkarma çalışmalarında hayvan gücü tercih edilmektedir [16].



Şekil 1.1 Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma (Foto: AE.Akay, Austrofoma 2015, Avusturya)

Hayvan gücü ile bölmeden çıkarma çalışmaları doğrudan zemin üzerinde sürüterek bölmeden çıkarma, hayvanların sırtına yüklemek sureti ile bölmeden çıkarma, hayvan gücü ile kızak ve benzeri araçlarla bölmeden çıkarma, hayvan gücü ile çekilen arabalarla bölmeden çıkarma şekilde gerçekleştirilmektedir [17]. Hayvan gücüyle bölmeden çıkarma çalışmalarında verim koşu hayvanının gücüne, arazi koşullarına ve çekme mesafesinin uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir. En uygun taşıma, yamaç yukarı %0-15 ve yamaç aşağı ise %0-25 arazi eğiminde gerçekleştirilmektedir [14].

1.1.3 Tarım Traktörüyle Bölmeden Çıkarma

Tarım traktörleri, çeşitli ekipmanlarla modifiye edildikten ve güçlendirildikten sonra bölmeden çıkarma çalışmalarında; sürütücü, kablo çekimi, yükleyici, taşıyıcı ve vinçli hava hattı olarak kullanılmaktadır [11]. Arazi eğiminin %30'dan az olduğu veya sürütme şeridi eğiminin %0-33 olduğu alanlarda, ürünler tarım traktörü ile sürütme şeridi üzerinde sürütülerek bölmeden çıkarılabilmektedir [14] (Şekil 1.2). Bu sistemde sürütme şeritlerinin operasyon öncesinde dikkatle planlanması ve tespit edilmesi verimi önemli ölçüde etkilemektedir.



Şekil 1.2 Tarım traktörünün orman ürünlerini sürütme şeridi üzerinde sürütmesi

Eğimin %30'dan fazla olduğu dağlık alanlarda traktörün hareket yeteneği sınırlandığından, traktör orman yolu yada sürütme yolunun uygun bir yerinde durarak bölmeden çıkarmayı kablo çekimi yöntemiyle gerçekleştirir (Şekil 1.3). Bu sistemde kablonun bir ucu tambura diğer ucu da üzerinde bulunan kanca yardımı ile çekilecek ürüne tespit edilmektedir [15]. Kablo çekimi yöntemi, genellikle ürünlerin derelerden ve vadi tabanından sürütme yolu kenarlarına (rampalara) çekilmesi sırasında uygulanmaktadır.



Şekil 1.3 Tarım traktörünün kablo çekimiyle asli orman ürünlerini çekmesi

Bölmeden çıkarma çalışmalarından sonra yol kenarına getirilen ürünler, ön kısmına yükleme kolları monte edilmiş tarım traktörleri vasıtasıyla uzak nakliyat için kamyonlara veya traktör-treylere yüklenmektedir [11]. (Şekil 1.4). Tarım traktörleri yükleme çalışmaları yanında, rampada veya depolarda yükleme, boşaltma ve istifleme çalışmalarında da kullanılmaktadır. Tarım traktörleri arkalarına eklenen treyler vasıtasıyla taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Bölmeden çıkarılarak yol kenarına istif edilen ürünler buradan traktör treylere yüklenerek geçici istif yerine veya yakındaki orman deposuna taşınmaktadırlar. Asli orman ürünleri boylarına göre treyler üzerine enine veya boyuna şekilde istif edilmektedirler (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Tarım traktörlerinin yükleyici (sol) ve taşıyıcı (sağ) olarak kullanılması

Ayrıca, tarım traktörleri üzerine Koller K300 gibi kısa mesafeli vinçli hava hatları monte edilerek bölmeden çıkarmada kullanılmaktadır. Bu hava hatları ürünleri taşıyıcı halat üzerinde yukarı ve aşağıya doğru taşırken gücünü traktörün kuyruk mili vasıtasıyla traktörden almaktadır [11].

1.1.4 Orman Traktörüyle Bölmeden Çıkarma

Orman traktörleri, ormancılık amaçları için özel donatılmış, bütün bir yıl boyunca ormancılık çalışmalarında kullanılabilen, ön ve arka tekerlekleri aynı büyüklükte ve her iki aksıda tahrik edilmiş traktörlerdir. Bölmeden çıkarma çalışmalarında çok yönlü olarak kullanılabilen orman traktörleri, ön ve arka kısımlardan oluşmakta ve bu iki kısmın birleştiği yerde bir eksen etrafında dönebilmesini sağlayan bir yapıdadır. Bu sayede çok küçük yarıçaplı kavislerde dönüş imkanına ve büyük bir manevra kabiliyetine sahiptir. Orman traktörleri %40-50'lere varan eğimli arazide çalışma yapabilmektedir [14]. Zeminden yüksek ön aksları, düşey ve yatay istikamette olduğu için zeminle olan kuvvet bağlantısını kaybetmeden büyük engelleri aşabilmektedir.

Orman traktörlerine monte edilen tamburlar ile 150 m'ye kadar mesafelerden kablo çekimi yapılarak bölmeden çıkarma gerçekleştirilebilmektedir [18]. Böylece orman traktörünün ormanlık alana girmeden, orman yolunda durarak çalışması da sağlanmaktadır (Şekil 1.5). Bu sayede hem traktörün orman toprağına yaptığı sıkıştırma basıncı engellenmiş olmakta hem de çalışma kolaylığı sağlanmaktadır.

Ülkemizde 1980'li yılların başından itibaren alınan ve ormancılık faaliyetlerinde kullanılan orman traktörleri arasında MB-TRAC 700, MB-TRAC 800, MB-TRAC Turbo 800, MB-TRAC Turbo 900, MB-TRAC 1000 ve MB-TRAC 1100 yer almaktadır. Bu orman traktörlerinin ortalama gücü 75-110 HP arasındadır [14].



Şekil 1.5 Orman traktörüyle bölmeden çıkarma

1.1.5 Kablo Hatlar ile Bölmeden Çıkarma

Kablo hatlar, asli orman ürünlerinin bir kablo yardımıyla yerden veya havadan bölmeden çıkarılmasını sağlayan sistemdir. Kablo hat sistemleri; yerden kablo çekim sistemleri, motor gücü olmadan iki ucu askıda taşıma sistemi, çift tamburlu traktör vinçleri ile taşıma sistemi ve sabit taşıyıcı kablo içeren vinçli hava hattı sistemlerinden oluşmaktadır [14]. İnsan ve hayvan gücüyle aşağıdan yukarıya doğru bölmeden çıkarmanın mümkün olmadığı alanlarda küçük kablo vinçler ile küçük boyutlu ürünlerin kısa mesafelerde yerden kablo çekimi yapılarak bölmeden çıkarılması gerçekleştirilmektedir. Küçük kablo vinçlerin en yaygın kullanılan tipleri Ackja KBF ve Radiotir vinçlerdir [14]. (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 ACKJA KBF 422 kablo vinç (sol) ve Radiotir kablo vinç (sağ)

Motor gücü olmadan iki ucu askıda taşıma yapan kablo kaydıraklar, aşağı ve yukarı istasyonlar arasına gerilmiş bir taşıyıcı kablodan oluşan ve herhangi bir şekilde hız

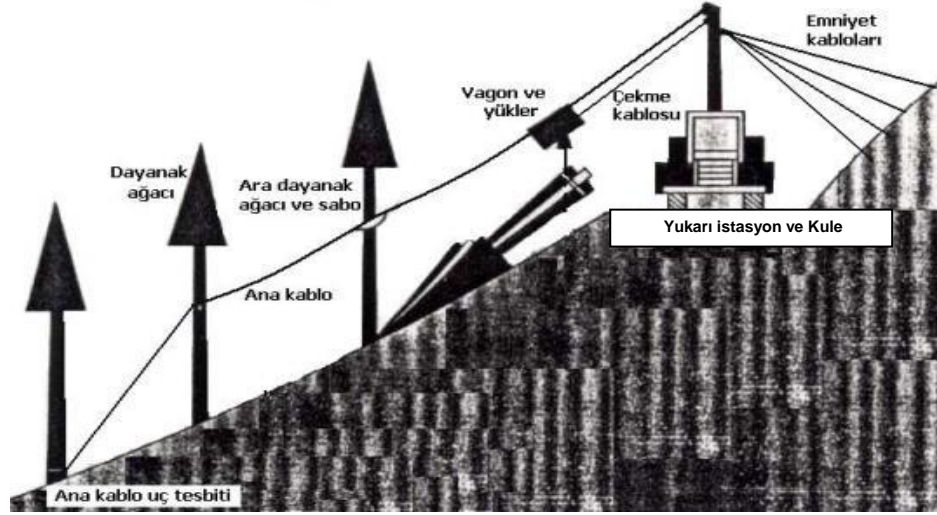
kontrolü bulunmayan sistemlerdir [14]. Bu sistemde makine yardımı ile kabloya asılan ürünler kendi ağırlığı ve yer çekiminin etkisi ile kablo üzerinde aşağı doğru hareket etmektedir. Aşağı istasyonda kabloda sarkma yapılarak taşınan ürünlerin kendi ağırlığından dolayı yavaşlaması sağlanmaktadır. Dayanak ağacına ulaşan ürünler çarpmanın etkisi ile makaradan kurtularak aşağı düşmektedir.

Düz veya düze yakın ($< \%30$) ve çok pürüzlü alanlarda, çift tamburlu traktör vinçlerinin hava hattı biçiminde çalıştırılması ile bölmeden çıkarma çalışmaları daha verimli ve ekonomik gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemde en uygun taşıma mesafesi 100-150 m olarak önerilmektedir [19]. Ayrıca, kısa mesafeli mobil vinçli hava hatları bu tip alanlarda çift tamburlu traktör vinçlerine göre yaklaşık %50 oranında daha fazla maliyetli olduğundan tercih edilmemektedir [14].

Ülkemiz ormanlarının genel olarak yayılış gösterdiği eğiminin yüksek olduğu dağlık ve sarp bölgelerde vinçli hava hatlarının bölmeden çıkarma elemanı olarak kullanılması daha etkili ve ekonomik olmaktadır [14]. Ayrıca, bu tip alanlarda geleneksel bölmeden çıkarma yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşabilecek değer ve hacim kayıpları hava hatları kullanılmasıyla minimuma indirilebilmektedir.

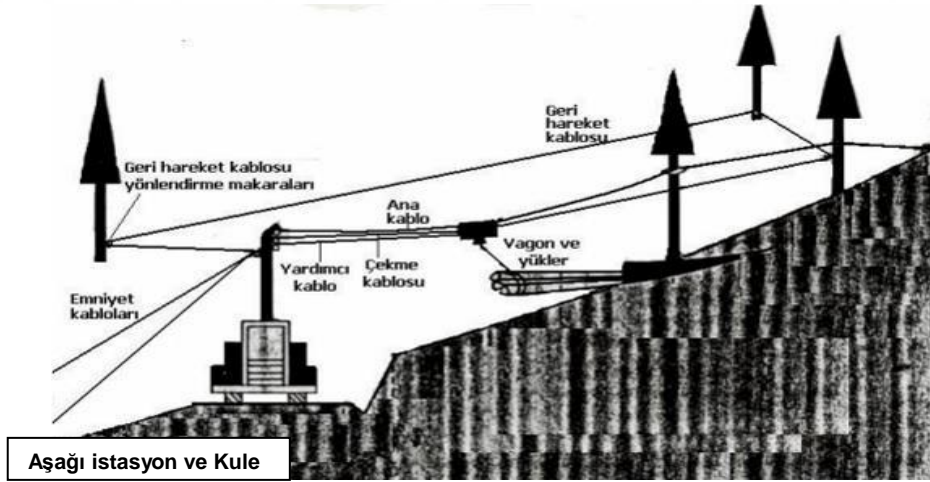
Vinçli hava hatlarının sınıflandırılması, taşıma yönü ve hat uzunluğuna göre yapılmaktadır. Taşıma yönüne göre vinçli hava hatları üç gruba ayrılmaktadır [15] :

- Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hatları: Bu hava hatları ilk yapılan hava hattı tiplerden olup, iki tamburlu vinçli hava hatlarıdır (Şekil 1.7). Vagonun bir ucuna çekme kablosu bağlı iken diğer uç ise boşta. Bu sistemde motorun yukarı istasyonda bulunması gereklidir. Kuruldukları yerde yamacın eğimi en az vagonun kendi kendine aşağı inebilmesini sağlayacak kadar olmalıdır.



Şekil 1.7 Yamaç yukarı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi [15]

- Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hatları: Özellikle kızaklı vinçli hava hatları kullanılarak, ürünler yamaç aşağı yönde taşınmaktadır (Şekil 1.8). Bu sistemde, yol yamacın aşağısında yer almakta olup, yukarı çekilen boş vagon daha sonra yüklü olarak yerçekimi etkisi ile ana kablo üzerinde aşağı yönde hareket etmektedir.



Şekil 1.8 Yamaç aşağı yönde taşıma yapabilen hava hattı sistemi [14]

- Yamaç aşağı ve yukarı yönde taşıma yapabilen hava hatları: Bu hava hatları ilk yapılan hava hatlarının olumsuz yönlerini gidermek amacıyla tasarlanmış olan üç tamburlu hava hatlarıdır. Önceki modellerde bulunan ana kablo ve çekme kablosu

tamburlarına ek olarak geri çekme kablosu eklenerek, yamaç aşağı, yamaç yukarı ve düz alanlarda da taşımada yapılabilmektedir.

Hat uzunluğuna bağlı olarak vinçli hava hatları üç gruba ayrılmaktadır [15] :

- Kısa mesafeli mobil vinçli hava hatları: Sürütme biçiminde taşımaya elverişli olmayan ve traktörle kablo çekimi sürütme mesafesi sınırını aşan alanlarda kısa mesafeli mobil vinçli hava hatları kullanılmaktadır. Bu sistemler, 300 m ve daha kısa mesafelerde kurulabilen ve yamaç aşağı ve yukarı yönde taşımayı sağlayan hava hatlarıdır. Kısa mesafeli vinçli hava hatlarında taşınan ürünün kalın ucu yerden kaldırılarak arazide bulunan engeller kolaylıkla aşılırken, ince ucu ise çoğu kez yerde sürütülür. Ana kablo ile yer arasında yeterli yükseklik olan yerlerde ürünler askıda taşınmaktadır. Ülkemizde, kısa mesafeli vinçli hava hatları olarak kullanılan modeller arasında KOLLER K-300 ve URUS M-I yer almaktadır (Şekil 1.9a).



(a)



(b)



(c)

Şekil 1.9 Koller K300 (a), URUS M-III (b) ve WYSSSEN (c) marka vinçli hava hatları

- Orta mesafeli mobil vinçli hava hatları: Ülkemizde 300-800 m taşıma mesafeleri için dik yamaçlarda ürünlerin bölmeden çıkarılmasında elle kaydırma metodu yerine, yamaç aşağı ve yukarı yönde nakliyatı kombine olarak gerçekleştirebilen ve dikili ağaçlarda ve orman toprağında zararı en aza indiren orta mesafeli vinçli hava hatları kullanılmalıdır. Ülkemizde orta mesafeli vinçli hava hattı olarak en çok kullanılan modelleri arasında KOLLER K-500 ve URUS M-III yer almaktadır (Şekil 1.9b).

- Uzun mesafeli vinçli hava hatları: Bu hava hattında, motor ve çekme kablosu tamburu bir kızak üzerine monte edilmiş olup, hat uzunlukları 2000 m'ye kadar ulaşmaktadır. Bu sistemlerde, hattın iki tarafında ortalama 50 m'ye kadar olan mesafedeki ürünler önce hatta kadar çekilmekte, daha sonra hat boyunca yamaç aşağı veya yukarı yönde taşınmaktadır. Böylece, yaklaşık 100 m genişlikte ve 20 hektar büyüklüğünde bir sahada üretim yapılarak minimum çevre zararı ile taşıma imkanı sağlanmaktadır. En yaygın kullanılan uzun mesafeli vinçli hava hatları; WYSSEN, BACO, HINTEREGGER, GARTNER marka kızaklı hava hatlarıdır (Şekil 1.9c).

1.2 Uzak Nakliyat

Odun hammaddesinin orman içinden ara ve ana depolara, oradan da satış depolarına ve fabrikalara taşınmasında genelde kamyonlar kullanılmaktadır. Bir defada taşıdıkları yükün fazlalığı, hızlı olmaları ve verimli çalışmalarını bakımından kamyonların kullanım yaygınlığı her geçen gün artmaktadır. Çok çeşitleri olan kamyonların pek az çeşidi, yurdumuz orman yollarında çalışabilecek ölçülerdedir. Orman yollarının düşük standartlarda olmaları bu kısıtlamayı getirmektedir.

Ürünler kamyonlara, Karayolları Genel Müdürlüğünün belirlediği boyut ve ağırlıklara göre yüklendikten sonra karayoluna çıkarlar. Bu boyut ve ağırlıkları aşan bölünemeyecek ve parçalanamayacak şekildeki ürünlerin karayollarında taşınabilmesi için, Karayolları Genel Müdürlüğü'nden özel yük taşıma izin belgesi alınır.

1.2.1 Traktör-Treylerle Taşıma

Traktörlerle taşımada traktörlerin arkasına bağlanan treylerle genellikle bir veya iki akslı olmaktadır. Lastik tekerlekli traktör-treylerler kamyonlar ile birlikte ülkemizde orman yolları üzerinde taşımacılıkta en fazla kullanılan araçlardır. Traktörlerle çekilen treylerler çeşitli tipte ve büyüklükte olmaktadır. Bunlar paletli ve lastik tekerlekli olmak üzere ikiye ayrılmakta, ayrıca bunları çeken traktörler de paletli ve lastik tekerlekli olabilmektedir. Paletli olanlar 4 tekerlekli olup bunların iki tanesi arka arkaya bağlanıp çekilerek kullanılabilmekte ve öndeki olanda demirden iki adet yön tekerleği bulunmaktadır. Bunlar, lastik tekerlekli araçlarla geçilmesi mümkün olmayan yaş hava ve fena yol şartlarında ağır tomrukların taşınmasında kullanılmaktadır. Traktörlerle çekilen lastik tekerlekli treylerler de 1-2 akslı ya da 2-4 tekerlekli olabilmektedir. Ülkemizde bu treylerler daha çok tarım traktörleriyle çekilerek kullanılmaktadır (Şekil 1.10). Söz konusu tarım traktörleriyle çekilen bu treylerler çoğunlukla tek akslı olmakta ve tomruklar bunlarla da taşınmaktadır. Fakat bunların yük kapasiteleri fazla olmamakta ve daha çok 5-7 m³ civarında tomruk taşıyabilmektedirler.



Şekil 1.10 Traktör treyler ile taşıma

1.2.2 Kamyon ve Kamyon-Treyler ile Taşıma

Ülkemizde orman ürünlerinin istif yerlerinden ya da ara depolardan son depo ve fabrikalara taşınmasında en fazla tercih edilen araç tipi kamyonlardır. Daha çok kısa tomruk taşımacılığında ya da kağıtlık odun, sanayi odunu ve yakacak odun gibi orman ürünlerinin taşınmasında kullanılan bu araçlar iki veya üç akstan meydana gelirler. Bu kamyonlarda karoser üzerine yapılacak yükleme elle veya şoför mahallinin hemen arkasına yerleştirilen 7-10 ton gücündeki hidrolik bir vinçle gerçekleştirilir. Taşıma şekli kamyon kasası kapalı olarak veya özel dikmelerin kullanılması halinde açık olarak yapılır. Üç akslı olan bazı kamyonlarla yapılan boş geri dönüşlerde arkada bulunan iki akstan geride olanı özel bir tertibatla havaya kaldırılarak bu aksa bağlı tekerleklerin kısa sürede yıpranmaları önlenir.

Kamyonlarla taşımada verimin artırılması ya taşıma mesafesinin kısa sürede kat edilmesi ya da yükleme süresinin kısaltılması suretiyle olur. Taşıma mesafesinin daha kısa sürede kat edilmesi orman ana ve yan yollarının bu taşıma şekline uygunluğuna yani bu yolların belli bir hızla seyredebilecek durumda olmalarına bağlıdır. Yol standartları uygun duruma getirildiği takdirde bir seferde taşınabilecek kamyon yükünü aks ilave etmek suretiyle arttırmak ve böylece günlük verimi yükseltmek mümkün olacaktır. Bugün ana orman yollarında seyreden kamyonlara iğne yapraklı ağaç tomruklarından 15-20 m³ yapraklı ağaç tomruklarından ise 10-14 m³ tomruk yüklemek mümkün olabilmektedir. Bu miktarları arttırdığımız oranda taşımadaki verimde kendiliğinden artmış olacaktır.

Ayrılabilen treylerlere sahip kamyon-treylerle çeşitli istif yerlerinden, kağıtlık veya kerestelik odun işlemlerinin yapıldığı büyük bir fabrikaya taşıma yapılırken, merkezi bir telsiz ve iki serbest telsiz kullanılır. Serbest telsizler arabada ve istif yerlerinde bulunur. Yükünü teslim eden sürücü boş treylerini arkasına çekerken görevi tamamladığını merkeze telsiziyle rapor eder. Bunun üzerine merkezdeki kişi değişik istif yerlerinden aldığı rapora göre taşımaya hazır doldurulmuş treyler bulunan yerleri sürücüye listeler. Haberi alan sürücü hangi istif yerine gideceğini merkeze bildirdikten sonra yola çıkar. Doldurulmuş treylerin bulunduğu istif yerine gelen sürücü boş treylerini indirerek doldurulmuş treyleri gerisine bağlar. Kamyon-treyler sürücüsü, yola çıkmadan önce tekrar merkezle bağlantı kurarak yola

çıkacağıını bildirir. Birkaç treyler gerektiren bu çalışma şekli bugün batı ülkelerinde çokça uygulanmaktadır. Ayrıca bu yöntemle çalışma yapılırken kamyon-treylerlerde veya diğer konularda olabilecek olumsuz durumlar derhal merkeze haber verilerek gerekli servis aracı da çağrılabilir.

Kamyon ve kamyon-treyler ile yapılan taşımalarda Karayollarınca belirlenen yük sınırları içinde kalmaya dikkat edilmelidir. Bazı büyük taşıma araçlarında bulunan yük-ağırlık göstergeleri, yükleme sonrası aracın sürücü tarafından ağırlık kontrolünün yapılabilmesini sağlar. Yine kamyon ve kamyon-treylerde karoser genişliği, uzunluğu, yükün çıkıntı derecesi, fren sistemleri, çamurluklar ve farlar yasal sınırlar içinde olmalıdır. Özellikle batı ülkelerinde uzun mesafelerde kamyon ve kamyon-treyler ile karayolu taşımacılığına sık sık başvurulur. Ülkemizde de zaman zaman bu tip taşımacılık uygulanmaktadır.

Kamyon ve kamyon-treyler ile kısa kağıtlık odunlar taşınırken yükün dengeli dağılımını gerçekleştirmek için kamyon uzunluğuna dik olacak şekilde çapraz yükleme yapılır. Taşıma anında yüklerin sabit kalmaları için tomruk taşımacılığında kenar dikmelerden, kısa kağıtlık odunu ve yakacak odunu taşımacılığında ise ön ve arka dikmelerden yararlanılır. Sağlam ve sert yapıda olan bu ön ve arka kenar dikmelerden başka bağlayıcı demirler ve sargı zincirleri de yükün sabit tutulması amacıyla kullanılır.

1.2.3 Yollar Üzerinde Taşıma ve Kamyon Çeşitleri

Odun hammaddesinin bölmeden çıkarma safhasından sonra istif yerlerinden veya ara depolardan taşıma araçlarına yüklenen tomruklar, taşıma araçlarıyla son depo ve fabrikalara taşınmaktadır. Genellikle tomruklar, genel yük taşımacılığında kullanılan iki ve üç akslı kamyonlarla taşınmaktadır. Kamyonlara bazı hallerde treyler de bağlanmaktadır. Kamyonlarla çekilen treylerler çeşitli tip ve büyüklükte olmaktadır. Bunlar bir akslı, iki akslı, üç akslı veya dört akslı olabilmektedir. Bunlarla taşıma, tomrukların ya kamyonun kendisine ve treylere ayrı ayrı yükler halinde yüklenmesiyle ya da uzun boy tomrukların kamyon ve treylere birlikte yüklenmesi suretiyle yapılmaktadır.

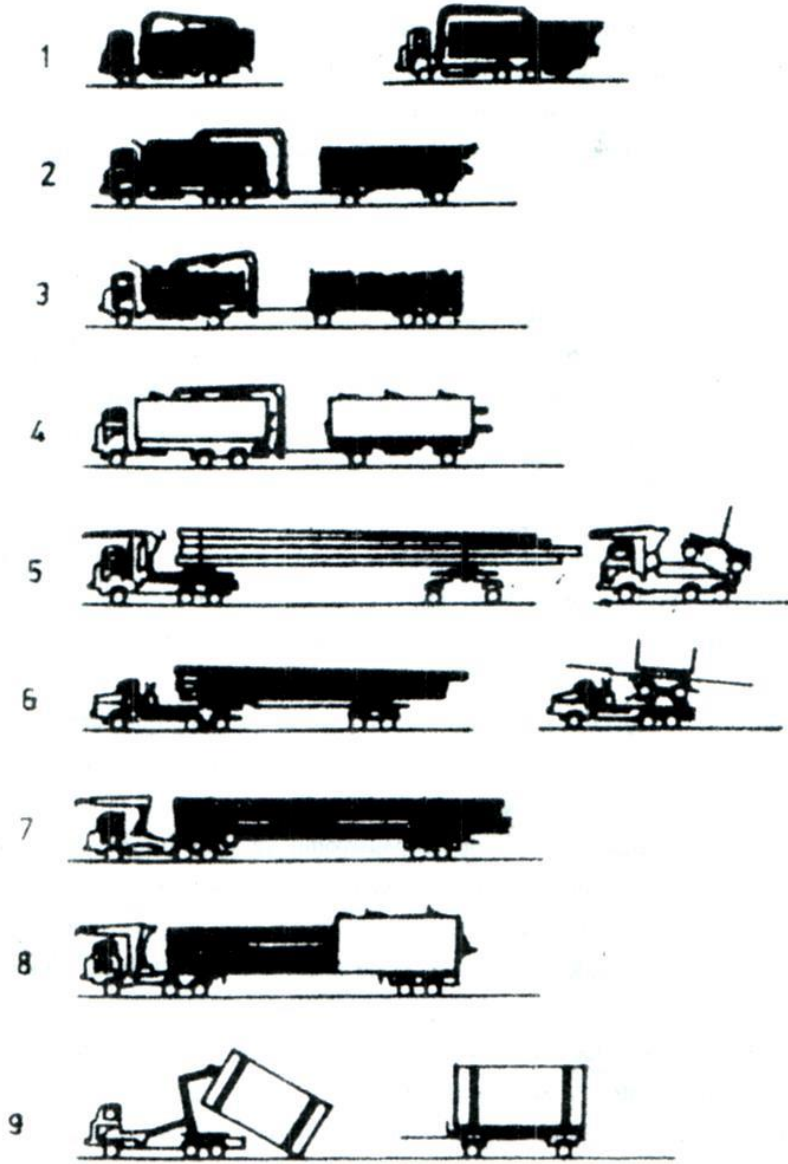
Kamyon gerek yalnız gerekse treylerle birlikte kullanılсын, taşınacak ürünün özelliğine göre çok çeşitli kamyon tipi ve taşıma şekilleri mevcuttur (Şekil 1.11):

1. Kısa tomruk taşımacılığı için iki veya üç akslı kamyonlar kullanılmaktadır. Bu kamyonlara yükleme işi ücretlerinin düşük olduğu ve sosyal imkanların az olduğu ülkelerde elle yapılmaktadır. Diğer ülkelerde, sürücü kabininin arkasına yerleştirilen 7-10 ton gücündeki hidrolik vinçlerle yükleme yapılır. Kamyon kasası açık olup özel dikmelerle teçhiz edilmiştir. Aynı kamyonlar, dikmelerin yerine kenarlık monte edilmek veya konteyner kullanmak suretiyle yongalanmış orman ürünlerinin taşınmasında da kullanılır. Bu kamyonlar 4x2 veya 6x4 şeklinde olmaktadır (4 veya 6 tekerlekli olup 2 veya 4 tekerleği tahrikli).

2. Üç akslı, 6x6 tipinde bütün tekerlekleri müteharrik ahşap kasalı çift akslı ve römorklu bu kamyonlar taşıma sırasında sıkça başvurulan bir araçtır. Bu araç zor ve engebeli yol koşullarında çok yararlı olmaktadır. Avrupa'da dağlık bölge ormanlarında kullanılmaktadır. Bu kamyonlarda yükleme, kamyon arkasına monte edilen hidrolik bir vinç sayesinde yapılmaktadır.

3. Üç numaralı resimde çift akslı kamyon ile, üç akslı römork düzeni görülmektedir. Yükleme vinci ve tomruk kasası bir evvelki şekilde görüldüğü gibidir. Şekil 1.11'de resim 2 ve 3 no'lu kamyonlar arasında görülen aks farkları, o ülkedeki trafik tüzüğüne göre değişik toplam ağırlıkların seçilmesini ifade etmektedir.

4. Ağaç bölümlerinin taşınmasında dikme yerine yüksek kenarlı kasa ile donatılmış kamyon ve römorku kullanılır. Burada kamyon 6x6 olup bütün tekerlekleri tahriklidir. Arkaya monte edilen hidrolik vincinin kapasitesi yaklaşık 7 ton'dur. Taşınan ağaç bölümleri dallı ve yapraklı olduğu için fazla yer kaybını önlemek üzere pres altında yükleme yapılması daha uygundur.



Şekil 1.11 Odun hammaddesi üretim şekline göre kullanılan kamyon çeşitleri

5. Burada 3 akslı, 6x4 tekerlekli çekici kamyon görülmektedir. Sürücü kabini arkasında yaklaşık 10 tm kapasiteli hidrolik vinç bulunmaktadır. Çekici yarı treyler üzerine 2 akslı bir treyler tablası aracılığıyla taşıma yapmaktadır. Treyler tablası treylerin boş olduğu hallerde çekici üzerinde nakledilmektedir.

6. Üç akslı, 6x4 tekerlekli çekici kamyon, resimde 6 numaralı şekilde gösterilen düzende taşıma yapmaktadır. Treyler tablası sökülebilir. Bu tip taşıma özellikle çok yağmurlu tropik bölgelerde önem kazanmaktadır.

7. Üç akslı, 6x6 tekerlekli bütün tekerlekleri tahrikli, çekici kamyon, sürücü kabini arkasında yaklaşık 10 tm kapasiteli hidrolik bir vinç ile teçhiz edilmiştir. Tomruk çift akslı yarım treyler aracılığıyla taşınmaktadır.

8. Üç akslı, 6x6 bütün tekerlekleri tahrikli, çekici kamyonun sürücü kabini arkasında 10 tm kapasiteli hidrolik vinci bulunmaktadır. Yüksek kenarlı, çift akslı yarı treyler bütün tepeli ve dallı bütün ağaç nakli için kullanılmaktadır.

9. Üç akslı, 6x6, bütün tekerlekleri tahrikli konteyner taşımaya uygun hidrolik silindirler ile donatılmış bir özel kamyon ve ayrıca arkasına konteyner nakline mahsus çift akslı treyleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bu tip araç tüm artıkların nakli için kullanılmaktadır.

1.2.4 Kamyonlarda Teknik Özellikler Hakkında Genel Bilgiler

Kamyonlar ağır yük taşımakta kullanılan motorlu taşıtlardır. Uzak mesafelere ağır yük taşımakta kullanıldığından, güçlü motorlarla donatılmaları gerekir. Büyük kamyonların motor gücü genelde 400 BG'nün üzerindedir. 1930'lara değin kamyonlarda benzin motorları kullanılırdı. Ancak II. Dünya savaşından sonra özellikle ağır kamyonlarda dizel kamyonlar yaygınlaştı. Dizel motor büyük güç üretmekle birlikte benzin motoruna oranla daha yavaştır ve daha çok sayıda ileri vitesli bir transmisyon sistemi gerektirir. Modern uzun mesafe yük taşıyıcılarında, takviyeleri ile birlikte 16 ileri vites bulunur. Bu vitesler arazide yol alırken ya da dik yokuşları tırmanırken kamyonu büyük güç sağlar ve ayrıca taşıtın düz otoyollarda hız yapabilmesini de olanaklı kılar.

Başlıca iki kamyon türü vardır: Bütün dingilleri şasiye bağlı bükülmez dingilli kamyonlar ve iki ya da daha fazla şasisi uygun bağlantılarla birbirine bağlanmış yarım römorklu kamyonlar. Yarım römorklu kamyonlar genellikle bir çekici ile bir ya da daha çok arka dingille donatılmış ve ön ucundan doğrudan çekiciye bağlanmış bir yarım römorktan oluşur. Böylece, yarım römorkun arka dingilleri yükün dengede kalmasını sağlarken çekici de yükün ve yarım römorkun ağırlığının bir kısmını taşır. Yarım römork çekiciye beşinci tekerlek olarak bilinen bir sistemle bağlanır. Bu

sistem bir muylu düzeneği ile yarım römorktaki göbek milinin içine girdiği ve sıkıca kapatıldığı bir kilitleme mekanizmasından oluşur.

Kamyon ve çekici şasilerinde gövde ve sürücü bölümü genellikle birbirinden ayrılır ve çelik alaşımli 'H' profilinden yapılır. Günümüzde, temel ilkesi aynı kalmakla birlikte, çok çeşitli yarım römorklu kamyon türü geliştirilmiştir. 1960'tan bu yana birçok kamyon ve çekici şasisi, yalnızca ön süspansiyonlu ya da duruma göre değişen arka süspansiyonlu olarak yapılmaktadır. Bir kamyon ya da çekicinin, yaprak yaylarla (makas) şasiye bağlanan arka dingillerinin biri ya da ikisi birden çekişli olabilir. Ağırlık arka dingil gövdesi üzerinde taşınır ve böylece direksiyon milinin bağlı olduğu ön dingile yük binmez.

Kamyonlar ağır taşıtlar ve lastikli otomobillere göre çok daha geniştir; Bu da direksiyonlarının son derece sert olmasına yol açar. Kamyonlardaki bu sorun 1980'lerin başlarında geliştirilen servodireksiyon düzeneğiyle aşılmıştır. Bu amaçla kullanılan Ackerman Sistemi'nde ön tekerleklerin her birinde ayrı bir dingil saplaması bulunur; bu da direksiyonun yönlendirilmesinde büyük kolaylık sağlar. Servodireksiyon ayrıca, çift direksiyon dingilli büyük kamyonların yapılmasını olanaklı kılmıştır. Önceden kamyonlarda frenleme, fren düzeneğinin dört tekerleğe ayrı ayrı uygulanmasıyla sağlanırken, günümüzde birçok çekicinin ve kamyonun bütün tekerlekleri havalı frenlerle donatılarak sağlanmıştır.

Taşıma sırasında taşıta isabet eden yüklenme, lastik tekerlek ve zemin arasında oluşan temas yüzeyi aracılığıyla zemine iletilir. Bu nedenle zeminde elastik ve plastik deformasyonlar meydana gelir. Zeminin deformasyonu, zemine gelen yüklenmenin büyüklüğü kadar zeminin taşıma yeteneğine de bağlıdır. Taşıma yeteneği fena olan zeminlerde taşıtlar alçak lastik iç basıncı ve yüklenme ile ulaşımaya sokulmalıdır. Deformasyonların meydana gelişini önlemek veya sınırlı tutmak amacıyla zemin ve motorlu taşıt mekaniği yönünden bir dizi önlem alınabilir. Orman yollarındaki transport araçlarından BMC Morris'in ülkemizde en çok kullanılan TM 140 modeli ve teknik özellikleri Şekil 1.12'de verilmiştir.



Motor gücü	: 120 hp
Yüksüz maksimum devir	: 2860 dev/dk
Yük altında azami devir	: 2600 dev/dk
Ön dingil kapasitesi	: 3556 kg
Arka dingil kapasitesi	: 9398 kg
Net ağırlığı	: 3770 kg
İstiap haddi	: 7230 kg
Azami yüklü ağırlığı	: 11000 kg
Dingil mesafesi	: 4597 mm
İz genişliği	ön : 1715 mm arka : 1740 mm
Azami uzunluğu	: 7609 mm
Azami genişliği	: 2490 mm
Azami yüksekliği	: 2250 mm
Dönüş yarıçapı	: 9000 mm
Silindir adedi	: 6
Silindir çapı	: 98 - 98.026
Toplam silindir hacmi	: 5.66 lt

Şekil 1.12 BMC 200-26 Turbo Intercooler kamyonun ve teknik özellikleri

1.3 Orman Yolları

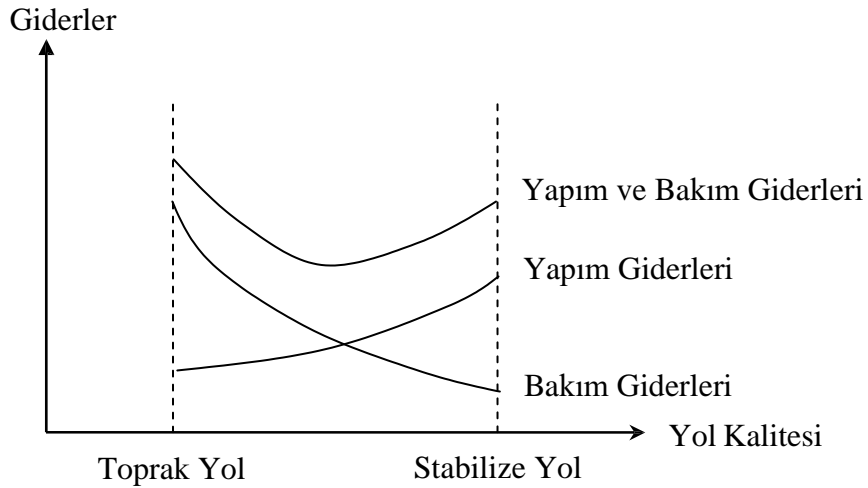
Orman yolları, ormancılık çalışmalarında üretim, bakım ve koruma gibi birçok faaliyetin gerçekleştirilmesine imkan sağlamaktadır. [1]'e göre orman yolları, ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden, lastik tekerlekli araçların yıl boyunca nakliyat yapmasına yönelik, orman içi ile orman dışı bağlantıyı sağlayan tek şeritli yollar olarak tanımlanmaktadır. Orman yolları kara yolu gibi kullanılmasına rağmen teknik, ekonomik ve orman ürünlerinin taşımacılığı yönünden diğer kara yollarından farklılıklar göstermektedir. Bu farkların başında, orman yollarının geometrik boyutlarının daha küçük olması, yol yapım ve bakım giderlerinin düşük olması ve yol yapım ve bakım giderleri ile sürütme giderleri arasında bir dengeyi gerektirmesi gelmektedir [20]. Ayrıca, orman yollarının planlanmasında ve yapımında ekonomik olma koşullarının yanı sıra doğaya uygunluk ve emniyet koşullarının da dikkate alınması gerekmektedir [21].

Farklı kullanım alanlarına hizmet eden orman yollarının ana görevleri şu şekilde sıralanabilir [20], [22] :

- Ormancılık faaliyetlerini (ekim, dikim, üretim, ağaçlandırma, koruma) gerçekleştirmek üzere gerekli malzeme ve personelin taşınması,
- Orman içi köyler arasında ulaşımın sağlanması,

- Orman içi dinlenme (barınak) ve avlanma tesislerine (av köşkleri, avlaklar) ulaşım,
- Orman içindeki av ve yaban hayvanı üretim yeri ve istasyonlarına ulaşım,
- Orman içi turistik yerlerin rekreasyonel ve spor amaçlı ulaşımına açılması,
- Yurt savunması amaçlı ulaşım imkanı sağlaması.

Ormancılık uygulamalarının aksamadan sürdürülebilmesi için orman yollarının amenajman ve silvikültür planlarına uygun yapıda olması gerekmektedir. Orman ürünlerinin en az masrafla (sürütme ve taşıma) son depoya ulaştırılabilmesi için yeteri kadar uzunlukta ve sıklıkta bir orman yolu ağı tesis edilmelidir. Orman yol ağı ormanın tüm bölme ve bölmeciklerinin içinden veya yakınından geçecek ve ormanın her köşesinden yararlanmaya imkan sağlayacak şekilde tesis edilmesi gerekmektedir [20]. Bir orman alanına tesisi edilecek bir yol ağında yolların tümünün aynı standartta olması uygun değildir [23]. Düşük standarttaki yollarda yapım giderleri düşük ve bakım giderleri yüksektir. Buna karşılık, yüksek standarttaki yollarda ise yapım giderleri yüksek ve bakım giderleri düşüktür. Ekonomik koşullar ve orman yollarının fonksiyonları dikkate alındığında, yol ağının düşük ve yüksek standartlı yolların bir karışımı olmasına dikkat edilmelidir [20]. (Şekil 1.13).



Şekil 1.13 Yol Kapasitesine Göre Yapım ve Bakım Giderlerinin Değişimi

Ülkemizde, 1964 yılında orman yol ağı planlarının yapımına başlanmış ve 2007 yılı sonunda düzeltilmiş planlamada ülkemiz ormanlarının yol ihtiyacı 210.000 km olarak ifade edilmiştir [24]. Her türlü ormancılık hizmetlerinin yerine getirilebilmesi için yeni orman yollarının yapımı kadar mevcut orman yollarının standartlara uygun hale getirilmesi oldukça önem taşımaktadır. Orman yollarının ulaşım elverişli hale getirilebilmesi için ayrıca üst yapı ve sanat yapılarının tamamlanması gerekmektedir. Çizelge 1.1’de 2005-2009 yılları arasında yapılması planlanan ve yapılan mevcut yol durumları yer almaktadır [24].

Çizelge 1.1 Yapılması planlanan ve yapılan mevcut yollar [24]

Planlanan		2006		2007		2008		2009	
Yapılar	Birim	Plan	Yapılan	Plan	Yapılan	Plan	Yapılan	Plan	Yapılan
Orman Yolu	km	1000	1000	1400	1400	1600	1600	1400	1316
Üst Yapı	km	1200	1153	1200	1144	1200	1184	1200	819
Sanat Yapısı	km	2000	1747	2000	1809	2000	1801	2000	1482
Büyük Onarım	km	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	964
Yangın Emniyet Y.	km	254	162	265	216	570	336	600	365

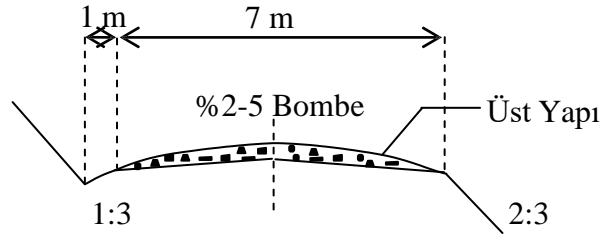
1.3.1 Orman Yol Tipleri

Orman yolları bir yılda üzerlerinden taşınacak emval miktarlarına, yapılış gayelerine, trafik yoğunluğuna, seyir halindeki araçların büyüklüğüne ve tonajlarına bağlı olarak değişik yol tiplerine ayrılmıştır [20]. Buna göre, orman yolları ana orman yolları, tali orman yolları (A-Tipi tali orman yolu ve B-Tipi tali orman yolu) ve traktör yolları olmak üzere üçe tipe ayrılmaktadır [25]. Orman yolu tipleri değişik fiziksel (geometrik) standartlara (eğim, kurp yarıçapı, üst yapı durumu) ve hizmet standartlarına (taşıma hızı, taşıma zamanı, taşıma masrafı) sahiptir [26]. Çizelge 1.2’de orman yollarının tiplerine göre geometrik standartları gösterilmektedir.

Çizelge 1.2 Orman Yollarının Geometrik Standartları [27]

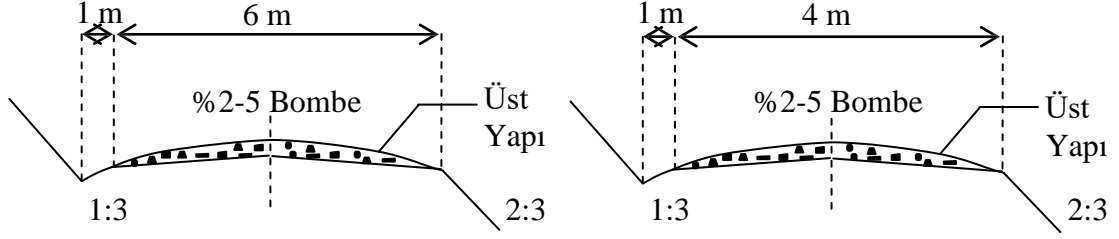
Geometrik Standartlar	Birim	Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu		Traktör Yolu
			A-Tipi	B-Tipi	
Platform genişliği	m	7	6	4	3,5
Şerit sayısı	adet	2	1	1	1
Maksimum eğim	%	8	10	12	20
Minimum kurp yarıçapı	m	50	35	12	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3
Banket Genişliği	m	0,5	0,5	0,5	-
Hendek genişliği	m	1	1	0,5	-
Düşey Kurp Görüş Mesafesi	m	120	90	75	-
Üst Yapı Genişliği	m	6	5	3	-
Proje Hızı	km/sa	45	35	25	-
Köprü genişliği	m	7+(2x0.6)	6+(2x0.6)	5+(2x0.6)	-

OGM'den alınacak özel izinle inşa edilebilen ana orman yollarında güzergah ana dereleri takip eder ve üzerinde taşınacak emval miktarının bir yılda 50.000 m³'den fazla olması gerekmektedir. Geometrik standartları Çizelge 1.3'de verilen ana orman yollarında standart trafik işaretlerinin bulundurulması zorunludur [20]. (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 Ana orman yolu standart profili [20]

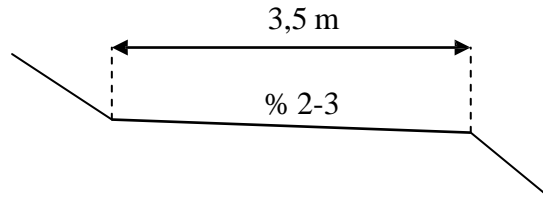
Tali orman yolları A-Tipi ve B-Tipi tali orman yolları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 1.15). Tali orman yollarının geometrik standartları Çizelge 1.6'da gösterilmiştir. Ana dere yolları olan A-Tipi tali orman yollarının inşası için OGM'den özel izin alınması ve üzerinde taşınacak emval miktarının bir yılda 25.000-50.000 m³ arasında olması gerekmektedir. B-Tipi tali orman yollarında ise taşınacak emval miktarı bir yılda 25.000 m³'den daha azdır [20].



Şekil 1.15 A-Tipi (sol) ve B-Tipi (sağ) tali orman yollarının profilleri [20]

Yolların geometrik standartları, üretim ve nakliyat mevsimi, taşınacak ürünün cinsi, arazi özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Örnek olarak, ters taşımada eğim 1000 m'ye kadar %9, 1000 m'den daha fazla mesafede %7 olarak belirlenmektedir [27]. Arazi yamaç eğiminin %75'in üzerinde olduğu durumlarda ve uzun mesafede som ve sert kaya olması halinde, yol platformu 3 m ve hendek genişliği 0,50 m alınmaktadır [20].

Mekanik üretim sistemlerinin kullanılmadığı üretim alanlarında sürütülerek dere içlerinde belirli bir rampada toplanan orman ürünlerinin, mevcut yollara sürütülmesinin olanaksız olduğu koşullarda, sadece sürütülen bu orman ürünlerini bölmeden çıkarmak amacıyla yapılan geçici yollara traktör yolları denir [20]. Geometrik standartları Çizelge 1.2'de verilen traktör yollarında, yokuş aşağı taşımada maksimum eğim %18, yokuş yukarı taşımada ise %12 olmalıdır. Yeterli drenajın sağlanması için traktör yollarında yol platformu dere tarafına %2-3 eğimli olmalı, yol seksiyonları 1 km'den daha uzun olmamalı ve üst yapı bulundurulmamalıdır [20] (Şekil 1.16).



Şekil 1.16 Traktör yolu kesiti [20]

1.3.2 Üst Yapı Malzemesi Yönünden Orman Yol Tipleri

Üst yapı malzemesi yönünden orman yolları; toprak yollar, stabilize yollar, asfalt kaplamalı yollar ve beton yollar olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Bunlar arasında ülkemizde beton yolların ormancılıkta kullanım alanı oldukça sınırlıdır [20].

Toprak yollar üst yapı malzemesi yönünden en düşük tipte yol yapısına sahiptir. Üst yapı malzemesi bulundurmadiğından, taşımacılıkta önemli rolü olmayan ve tesviye yüzeyi platform olarak kullanılan bu tip yollar ham yol olarak da tanımlanmaktadır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17 Toprak yol görüntüsü

Yolların alt ve üst yapısı, iklim koşulları (yağış, donma vb.) nedeni ile yol zemininde meydana gelen değişikliklerden olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu sorunların ortadan kaldırılabilmesi amacıyla stabil olmayan zeminlerin stabil hale getirilmesine stabilizasyon denir [20]. Stabilize orman yolları, mekanik, kireçle, çimento ile veya bitümlü maddelerle zemin stabilizasyonu sağlanan yollardır (Şekil 1.18).



Şekil 1.18 Stabilize yol görüntüsü



Şekil 1.19 Asfalt kaplama yol görüntüsü

1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, orman ürünleri nakliyat maliyetini en aza indiren ve aynı zamanda güvenli ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi için modern yöntemlerden ağ analizi kullanılarak CBS tabanlı bir karar destek sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çözüm aşamasında, çalışma alanından seçilecek örnek üretim sahalarından farklı orman ürünlerinin (tomruk, maden direği, sanayi, vb.) mevcut orman depolarına ulaşımı sağlayacak alternatif güzergahlar belirlenerek aralarından orman ürünlerinin nakliyatında birim maliyeti en aza indiren en uygun güzergah sorgulanmıştır. Sistemin uygulamasında orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği orman işletmesinin deposuna (depolarına) değil, aynı zamanda komşu

işletmelerin orman depolarına nakliyatının gerçekleştirilme durumu da değerlendirilmiştir. Ayrıca, bazı nedenlerle nakliyatın riskli olduğu alanlarda bulunan yol seksiyonları aę veri tabanında işaretilenerek (barrier) değerlendirme dışı bırakılmış ve böylece sadece en ekonomik ulaşımı sağlayan değil aynı zamanda güvenli güzergah araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kamyonla nakliyatın planlanmasında, toplam maliyeti en aza indiren optimum güzergahın belirlenebilmesi için çok sayıda alternatif güzergahın sistematik olarak araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, nakliyat maliyetini etkileyen ana faktörler de (aracın saatlik birim maliyeti, araç hızı, taşıma kapasitesi, yol tipi, yolun uzunluğu ve yolun durumu) çözüm aşamasında dikkate alınmalıdır. Bütün bunlar, orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında ve optimum güzergahın belirlenmesinde bilgisayar destekli sistemlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

En düşük maliyetli mesafenin bulunmasını gerektiren bu tip nakliyat problemlerinin çözümünü amaçlayan çeşitli matematiksel yöntemler ve bilgisayar programları geliştirilmiştir. Nakliyat problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan matematiksel yöntemler arasında ağ analizi, doğrusal programlama ve sezgisel metotlar yer almaktadır [28]. Bu yöntemleri temel alan bilgisayar programlarından bazıları orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında günümüzde de hala kullanılmaktadır (FORPLAN, SNAP, NETWORK 2001).

FORPLAN programı, fonksiyonel planlama ile arazi kullanım planlamasını bir arada gerçekleştirmek amacı ile geliştirilmiştir [29]. Bu programın algoritmasında, orman alanındaki tüm arazi ve su kaynaklarını temsil eden çok sayıda karar verme değişkenine yer verilmiştir. Stratejik planlamalarda kullanılmak üzere, Amerika Birleşik Devletleri'nin Orman Servisi tarafından bir diğer doğrusal programlama tabanlı SPECTRUM yazılımı geliştirilmiştir [30]. FORPLAN yazılımı ormancılık çalışmalarının planlanmasında ekonomik verimlilik üzerinde yoğunlaşırken, SPECTRUM yazılımı ekosistem yönetimi sorunlarına da temas etmiştir.

Sessions and Sessions [31] tarafında, orman ürünlerinin zamana bağlı üretiminin düzenlenmesini ve nakliyat planının geliştirilmesini amacıyla SNAP programı geliştirilmiştir. Bu programda kullanılan “heuristic (sezgisel)” teknikler, çok sayıda ağaç türlerini, üretim maliyetlerini, alternatif orman depolarını, bölmeden çıkarma tekniklerini, satış fiyatlarını ve yaban hayvanları kısıtlayıcılarını dikkate alarak, rastlantısal araştırma ve en kısa mesafe algoritması yardımı ile taktiksel ormancılık planlaması problemlerini çözmektedir.

NETWORK 2001 programı ise planlayıcılara nakliyat problemlerinin çözümünde çoklu zaman periyotlarını ve orman ürünlerini değerlendirme imkanı sunmak amacıyla geliştirilmiştir [32]. Bu program, bileşenlerinin önem derecelerini dikkate alan bir amaç fonksiyonu kullanarak, maliyetin veya kullanıcı tarafından belirlenebilen özniteliklerin en uygun değerlerine ulaştıkları güzergahı tespit etmektedir.

Bilgisayar teknolojisinde ve modern matematiksel algoritmalarındaki son gelişmeler, en düşük maliyetli mesafenin bulunmasını gerektiren nakliyat problemlerinin çözümünde cazip alternatif metotların geliştirilmesine önemli katkılar sağlamıştır. Ağ modelleri olarak bilinen bu metotlar en kısa yolun bulunması, en düşük maliyetli mesafenin bulunması, en uygun proje planlaması, maksimum değer akışının bulunması ve en uygun görev tahsisinin yapılması gibi problemlerin çözümünde kullanılmaktadır [7].

Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve bilgisayar teknolojisinde meydana gelen teknolojik gelişmeler, nakliyat problemlerinin çözümünde CBS yazılımlarının ağ analizi tabanlı bazı modüllerinin (Ağ Analist) kullanılmasına imkan sağlamıştır [33]. Başka bir çalışmada, potansiyel yangın sahalarına farklı yangın hareket merkezlerinden en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum güzergahların belirlenmesi amacı ile ağ analizi yöntemini temel alan CBS tabanlı bir karar destekleme sistemi uygulaması gerçekleştirilmiştir [34]. Uygulamada, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı 14 Orman İşletme Şefliği ve 6 ayrı yangın hareket merkezi dikkate alınmıştır.

Varol vd.'nin [35] 2010 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada Yenihan Orman İşletme Şefliğinde yangın çıkan alanlara en hızlı ulaşımı sağlayacak olan güzergahların belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü merkezinde bulunan yangın hareket merkezi ve 12 ayrı yangın sahası dikkate alınarak uygulanmıştır. Çalışmalarında, her bir yol parçası belirlenen parametreleri (mesafe, zaman, maliyet gibi) minimize eden yol kısımlarının bulunması ile network analizi yöntemi kullanılarak en kısa yol belirlenmiştir.

Akay ve Şakar [36], küçük ölçekli bir uygulamada orman ürünlerinin nakliyat maliyetini en aza indiren güzergahın belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Andırın Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki iki orman deposu dikkate alınmıştır. Çalışmada birim nakliyat maliyetini minimize eden optimum güzergah, ağ analizi yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada sadece orman ürünleri nakliyat maliyetini en aza indiren değil aynı zamanda güvenli ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi için ağ analizi yöntemi kullanılarak CBS tabanlı bir karar destek sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çözüm aşamasında, çalışma alanından seçilecek örnek üretim sahalarından farklı orman ürünlerinin (tomruk, maden direği, sanayi, kağıtlık) çalışma alanında mevcut orman depolarına ulaşımını sağlayacak alternatif güzergahlar belirlenerek, aralarından orman ürünlerinin nakliyatında birim maliyeti en aza indiren en uygun güzergah sorgulanacaktır.

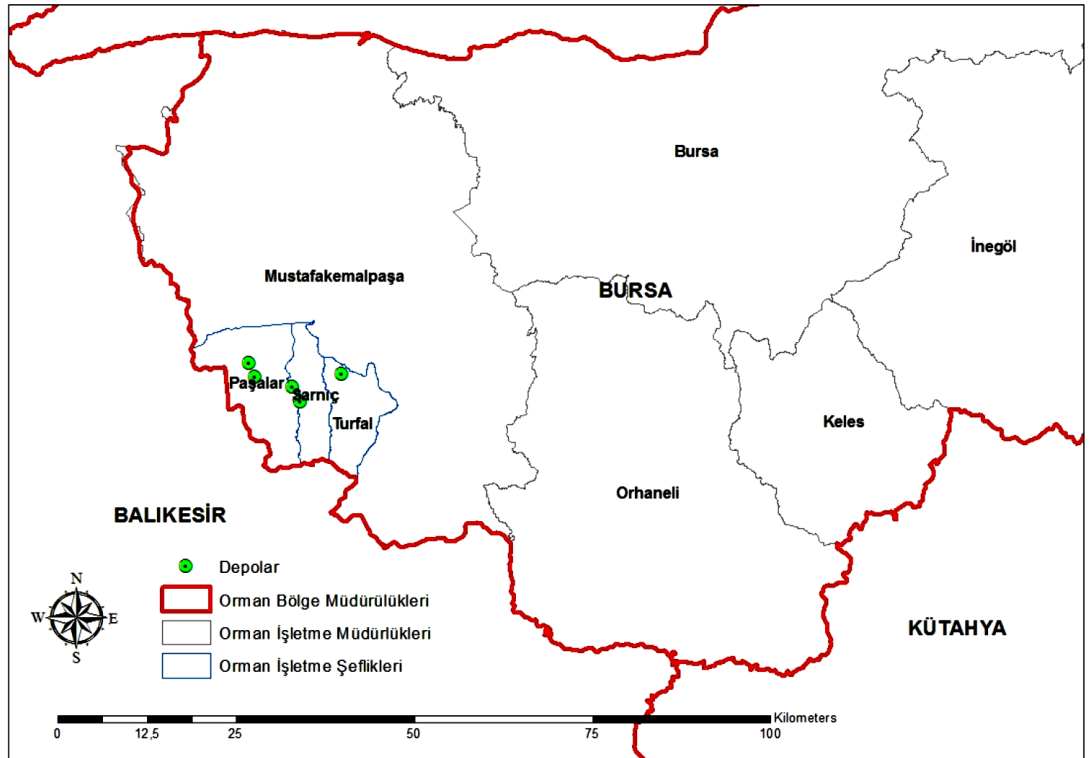
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Materyal başlığı altında; çalışma Alanı, orman depoları ve rampalar, kullanılan ölçüm aletleri ve cihazlar hakkında bilgiler sunulmuştur.

3.1.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında Paşalar, Sarnış ve Turfal Orman İşletme Şefliklerinde yer almaktadır. Üretilen orman ürünlerinin (tomruk, maden direği, sanayi odunu vb.) miktarı ve rampa lokasyonları İşletme Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışma alanına ilişkin görsel Şekil 3.1'de verilmiştir. Çizelge 3.1, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Orman İşletme Müdürlükleri orman varlıklarının alansal dağılımını vermektedir. Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yer alan İşletme Şeflikleri orman varlıklarının alansal dağılımını ise Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Çalışma alanında yayılış gösteren türler; Kayın, Meşe, Göknar, Kızılcım, Fıstıkçamı, Sahil çamıdır.



Şekil 3.1 Çalışma alanı

Çizelge 3.1 Bursa OBM sınırlarındaki İşletme Müdürlükleri orman varlığı (ha) bilgileri [37]

İşletme Müdürlüğü	Normal Orman	Bozuk Orman	Toplam Orman Alanı	Ormansız Alan	Genel Alan
Bilecik	135.396	93.252,5	228.648,5	190.879	419.527,5
Bursa	98.430,9	51.957,5	150.398,4	218.200,8	368.599,2
İnegöl	47.616,1	20.113,5	67.729,6	110.898,5	178.628,1
Keleş	21.312	15.354	36.666	27.761,5	64.427,5
M.Kemalpaşa	30.976,1	31.939,5	112.915,6	160.074,8	272.990,4
Orhaneli	65.634,3	41.569,2	107.253,5	71.575,6	178.829,1
Uludağ Milli P.	6.139	2.965	9.104	3.658	12.762
Yalova	35.953,2	10.654,3	46.613	32.572,5	79.185,5

Çizelge 3.2 Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki İşletme Şefliklerinin orman varlığı (ha) [37]

İşletme Şefliği	Normal Orman	Bozuk Orman	Toplam Orman	Ormansız Alan	Genel Alan
Burhandağ	6.794,10	3.513,40	10.312,50	3.756,20	14.063,70
Çaltılıbük	9.900,50	3.553,90	13.454,40	6.027,70	19.432,10
Devecikonak	8.337,40	4.290,20	12.627,60	7.762,00	20.339,60
Gürgendağ	6.106,00	1.050,20	7.156,20	1.562,90	3.719,10
Karacabey	5.256,30	7.751,30	13.003,10	43.364,20	61.372,30
Mustafakemalpaşa	10.525,60	5.329,30	16.355,40	41.603,20	57.953,60
Paşalar	3.423,50	1.596,30	10.020,30	7.519,40	17.539,70
Sarnıç	4.094,60	303,60	4.903,20	3.314,10	3.217,30
Turfal	5.624,50	313,00	6.442,50	3.575,90	10.013,40
Yeniköy	7.922,60	1.092,30	9.015,40	2.133,30	11.153,70
Karadağ	7.703,70	1.397,40	9.606,10	33.349,00	43.455,10
TOPLAM	80.693,80	32.207,90	112.901,70	159.972,90	272.874,60

3.1.2 Orman Depoları ve Rampalar

Çalışma alanı sınırlarında toplam beş orman deposu bulunmaktadır. Çizelge 3.3 depoları ve bağlı oldukları işletme şefliklerini göstermektedir. Bir işletme şefliğinde üretilen orman ürünleri işletmeler arasındaki mutabakat çerçevesinde başka bir işletmenin deposuna taşınabilmekte ve orada istiflenerek ihale edilebilmektedir.

Çizelge 3.3 Çalışma alanında yer alan Orman Depoları

Depolar	İşletme Şeflikleri
Sarnıç Deposu	Sarnıç Orman İşletme Şefliği
Paşalar Deposu	Paşalar Orman İşletme Şefliği
Sünlük Deposu	Paşalar Orman İşletme Şefliği
Karapınar Deposu	Paşalar Orman İşletme Şefliği
Karaorman Deposu	Turfal Orman İşletme Şefliği

Orman ürünlerinin orman depolarındaki ortalama satış fiyatları ürün tipi ve ağaç türüne göre Mustafakemalpaşa İşletme Müdürlüğünden temin edilmiş ve hesaplamalarda kullanılmıştır. Çalışma alanında, orman depoları ziyaret edilerek, orman ürünleri ile ilgili bilgiler alınmış ve UTM (Universal Transverse Mercator) koordinatları el GPS'i yardımı ile kaydedilmiştir. Şekil 3.2'de orman depolarının ziyareti sırasında alınan görseller yer almaktadır. Çizelge 3.4'de orman ürünlerinin depolara göre birim satış fiyatları görülmektedir.

Çalışma alanı sınırlarında 2015-2016 yıllarında üretim faaliyeti gerçekleştirilen ve çalışma kapsamında değerlendirilen rampalara ait lokasyon ve orman ürünü bilgileri Orman İşletme Müdürlüklerinden temin edilmiştir. Orman İşletme Şefliklerinde yer alan rampalardan orman depolarına taşınan ürünlerin hacim değerleri Çizelge 3.5, Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de verilmiştir.



Sünlük Orman Deposu



Karapınar Orman Deposu



Paşalar Orman Deposu



Sarnıç Orman Deposu



Karaorman Orman Deposu

Şekil 3.2 Çalışma alanında yer alan orman depolarında görüntüler

Çizelge 3.4 Çalışma alanındaki orman ürünlerinin orman depolarına göre satış fiyatları (TL)

Orman Depoları		Tomruk	Maden Direği	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık
Sarnıç	Meşe	243,00	-	199,25	-
	Kayın	345,58	-	251,55	246,94
Paşalar	Meşe	254,55			
	Kayın	342,89	233,85	225,42	229,48
	Gök nar	120,00			
Sünlük	Meşe	252,43			
	Kayın	341,79	230,47	223,27	228,61
	Gök nar	118,92			
Karapınar	Meşe	251,22			
	Kayın	340,17	228,00	220,28	227,33
	Gök nar	117,11			
Karaorman	Kayın	340,76		224,34	221,49

Çizelge 3.5 Sarnıç Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m³)

Bölme No	Tomruk		Yuvarlak Sanayi		Kağıtlık
	Meşe	Kayın	Meşe	Kayın	Kayın
70		108,53	29,76	39,13	29,01
71	22,2		60,37	59,29	10,7
80		1395,43		272,92	177,29
93		683,61		300,11	143,66
95		1350,43		250,98	138,86
96		1046,36		309,02	158,11
97		74,39			
104		524,5		94,06	49,85
105		913,4		166,04	121,9
109		859,05		117,88	103,94
112		205,91		28,89	25,94
115		477,74		124,02	101,01
118		133,3		25,94	
Toplam	22,2	7772,65	90,13	1788,28	1060,27

Çizelge 3.6 Paşalar Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m³)

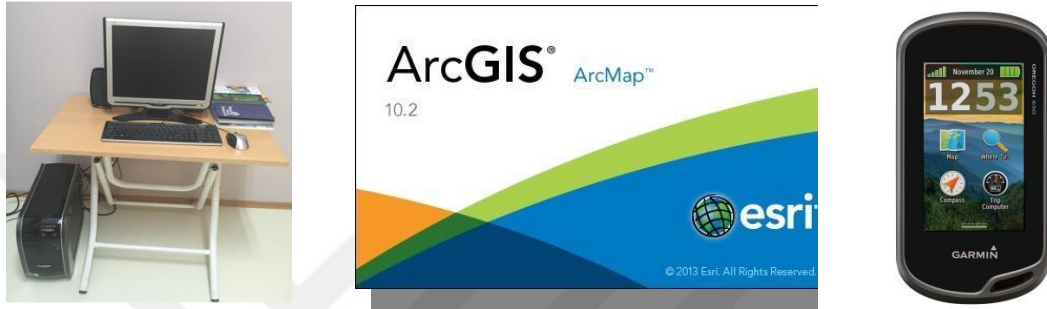
Bölme No	Tomruk			Maden Direği	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık
	Meşe	Kayın	Göknar	Kayın	Kayın	Kayın
116	-	527,23	-	-	156,86	52,14
118	48,83	344,8	-	24,85	88,89	59,49
137	-	895,4	-	-	148,77	63,66
143	-	283,38	-	-	69	138,22
151	-	545,93	-	21,35	61,77	37,02
152	-	413,6	-	24,95	72,41	28,07
163	-	153,7	-	-	46,72	-
171	-	91,21	-	-	-	25,48
188	-	42,52	42,52	-	-	-
194	-	25,91	-	-	-	-
220	-	28,53	-	-	-	-
224	-	83,41	-	-	-	-
230	-	100,67	-	-	-	-
Toplam	48,83	3536,29	42,52	71,15	644,42	404,08

Çizelge 3.7 Turfal Orman İşletme şefliğindeki rampalarda orman ürünlerinin hacimleri (m³)

Bölme No	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık
	Kayın	Kayın	Kayın
88	697.05	266.27	115.92
98	51.65		
102	630.48	120.3	56.68
104	810.88	182.92	
105	450.16	94.18	62.02
113	83.88		
114	871.17	139.02	131.97
115	109.65		
116	951.84	184.13	62.23
117	842.02	65.53	55.87
118	332.43	105.41	73.34
119	186.63	157.21	76.21
121	196.44	32.77	36.92
127	88.58		
135	288.63	47.89	
Toplam	5009.17	1395.63	671.16

3.1.3 Kullanılan Ölçüm Aletleri ve Cihazlar

“Garmin Oregon 650” marka el GPS’i kullanılarak çalışma alanındaki orman depolarının ve rampaların UTM koordinatları kaydedilmiştir. Araştırma kapsamında, gerekli CBS veri tabanının geliştirilmesi ve analizlerin gerçekleştirilebilmesi için ArcGIS 10.2 yazılımı ve bir masaüstü bilgisayar seti kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Kullanılan el GPS’i ve yazılımlar

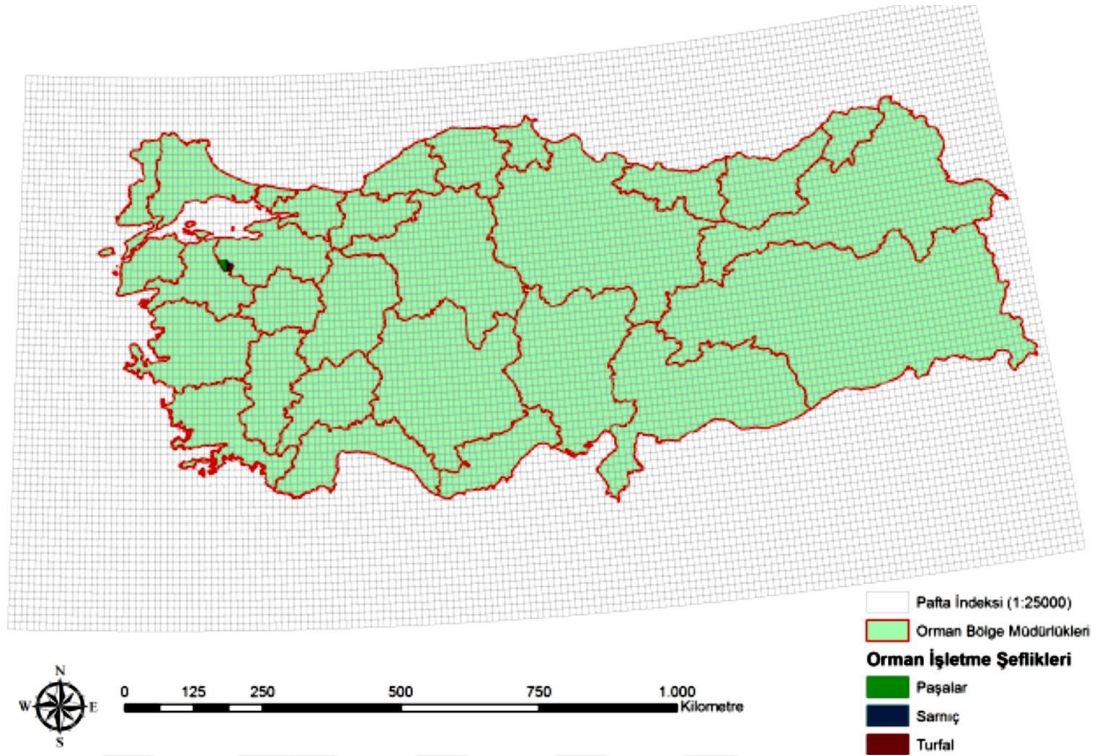
3.2 Yöntem

Yöntem başlığı altında veri tabanı ve ağ analizi yöntemi sunulmuştur.

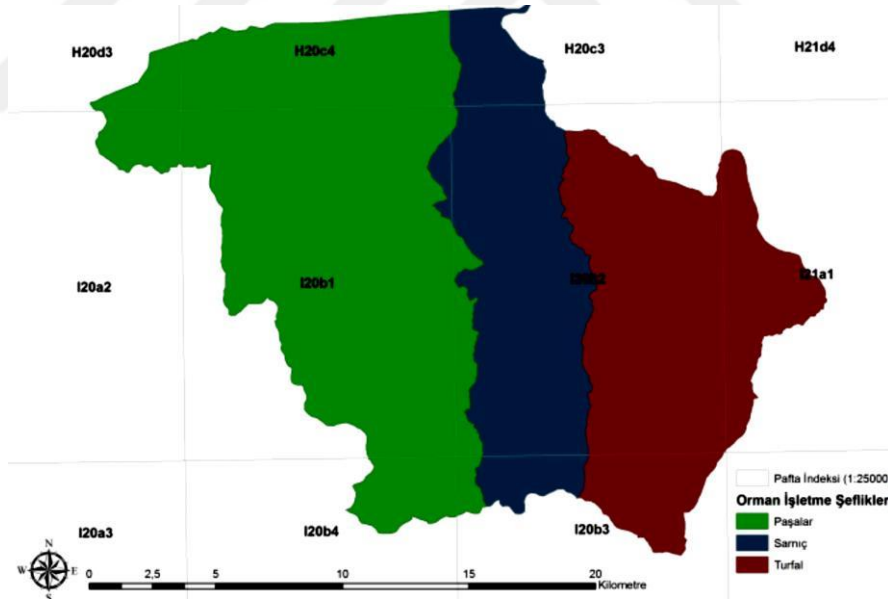
3.2.1 Veri Tabanı

Çalışmada ArcGIS 10.2 kullanılarak çeşitli sayısal veri katmanlarından oluşan bir veri tabanı geliştirilmiştir. Bu kapsamda, 1/25000 ölçekli topografik haritalar, amenajman haritaları, orman depolarının ve rampaların koordinatları kullanılarak; sayısal topografik haritalar, yol ağı haritası, orman depoları ve rampa haritaları geliştirilmiştir.

Çalışma alanı içinde kalan 1/25000 ölçekli topografik haritaları belirlemek amacı ile Türkiye pafta indeksi haritası temel alınmıştır (Şekil 3.4). Çalışma alanı sınırları içinde 1/25000 ölçekli 9 adet paftanın bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 3.5). Belirlenen paftalara ait topografik haritalardan bazılarının sayısal kopyaları ilgili Orman İşletme Müdürlükleri’nden temin edilmiş bazıları ise A0 tarayıcı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Topografik haritalar bilgisayar ortamında kaydedildikten sonra, ArcGIS 10.2 programında “Georeferencing” aracı kullanılarak koordinatlandırılmıştır.

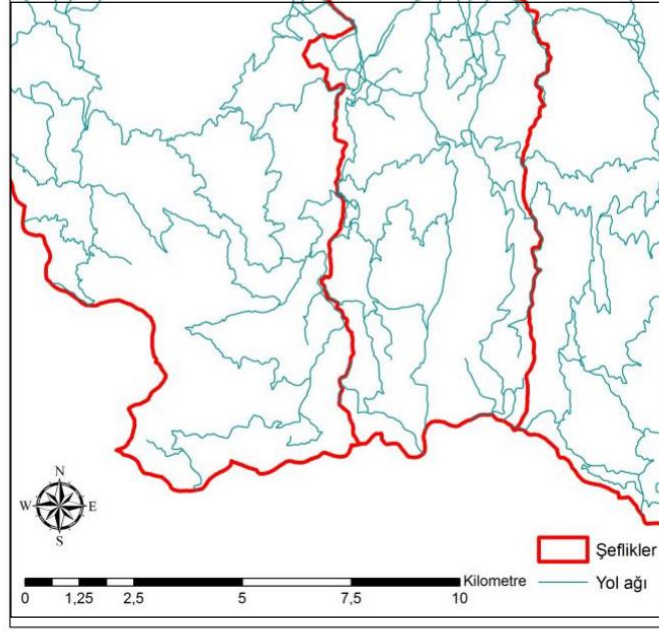


Şekil 3.4 Türkiye pafta (1/25000) indeksi haritası ve çalışma alanı



Şekil 3.5 Çalışma alanı içinde yer alan paftalar (1/25000)

Sayısallaştırılan topografik haritalar temel alınarak çalışma alanına ait yol ağı haritası geliştirilmiştir. Bu amaçla, ArcGIS 10.2 programının “ArcCatalog” modülünde çokluçizgi (polyline) veri yapısında üretilen yol veri katmanı, “ArcMap” modülünde açılmış ve topografik haritalar üzerinde Düzenleyici (Editor) aracı kullanılarak yol ağları sayısallaştırılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Çalışma alanının bir bölümüne ait yol ağı veri katmanı

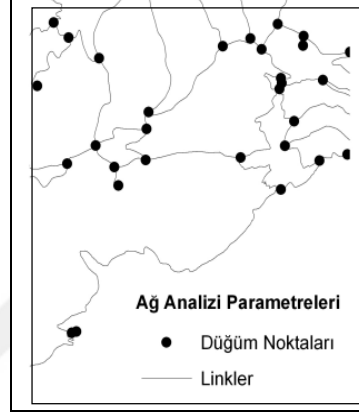
Ulaşım süresi yolun uzunluğuna ve aracın ortalama hızına bağlı olarak hesaplanmıştır. Ortalama araç hızı yolun tipine ve durumuna bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, yol veri katmanına ait Öznitelikler Tablosu'nda (Attribute Table) her bir yol seksiyonu için uzunluk (km), yol tipi, yol durumu (iyi, orta ve kötü), araç hızı (km/saat), ulaşım süresi (saat) ve transport maliyeti (TL/m³) başlıklı öznitelik alanları oluşturulmuştur.

Öznitelik Tablosu'nda Geometri Hesapla (Calculate Geometry) aracı kullanılarak yol uzunlukları bulunmuştur. Çalışma alanına ait topografik haritalardaki güncel bilgilere bağlı olarak yol tipleri üç grup (asfalt kaplama yol, stabilize yol ve orman yolu) altında sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanında konuşlanmış olan orman depolarının ve rampaların UTM (Universal Transverse Mercator) koordinatları el GPS'i yardımı ile belirlenmiş ve Microsoft Excel dosyası olarak kaydedilmiştir. Daha sonra, üretilen bu Excel dosyası kullanılarak ArcGIS 10.2 programının "ArcMap" modülünde lokasyonları gösteren sayısal veri katmanı geliştirilmiştir.

3.2.2 Ağ Analizi

ArcGIS 10.2'nin eklentilerinden Ağ Analist, ağ analizi yöntemini temel olarak bir yol ağı sisteminde optimum güzergahın belirlenmesinde kullanılabilir. Ağ analizi yönteminde, sistemi linkler (arc) ve linklerin kesiştiği düğüm noktaları (node) oluşturmaktadır [34] (Şekil 3.7). Bu yöntemde, en kısa yol link değerleri toplamının en az olduğu güzergahın bulunması ile araştırılmaktadır [38].



Şekil 3.7 Yol ağı sistemi ve parametreleri

Bu çalışmada, yol ağında yer alan linkler yol seksiyonlarını ve her bir link değeri ise ilgili yol seksiyonu için nakliyat maliyetini temsil etmektedir. Yol seksiyonlarının birim nakliyat maliyetleri, yol ağı veri katmanının öznelik tablosunda ayrı bir sütun (maliyet) olarak eklenmiştir. Ağ analizinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için en önemli faktörlerden biri yol ağının doğru olarak temsil edilmesidir.

Ağ Analist eklentisinin temel veri katmanı olan yol ağı veri katmanında, yol durumunun belirlenmesinde her bir seksiyon için, ortalama yol eğimi, yol kalitesi ve kurplar dikkate alınmıştır. Yol durumları arazi çalışmalarına ve ilgili Orman İşletme Şefliklerinden temin edilen bilgilere bağlı olarak belirlenmiştir. Daha sonra, yolun tipi ve durumuna göre her bir yol seksiyonu için ortalama araç hızı belirlenmiştir [20], [17]

Ortalama hız, her bir link için tahmini ortalama yüklü kamyon hızı ile boş kamyon hızının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı sınırlarında kalan asfalt, stabilize ve orman yolları için ortalama ulaşım hızı yol durumuna göre Çizelge 3.8'de gösterilmiştir [36]:

Çizelge 3.8 Yol tipi ve yol durumu için ortalama araç hızları (km/saat)

Yol Tipi	Yol Durumu		
	İyi	Orta	Kötü
Asfalt	60	50	40
Stabilize	40	30	20
Orman Yolu	25	20	15

Ortalama araç hızları belirlendikten sonra her bir yol seksiyonuna araç hızı bilgisinin atanabilmesi için Öznitelik Tablosu'nda Alan Hesaplayıcı (Field Calculator) aracı altında "Advanced" seçeneğinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, "Pre-Logic VBA Script Code" penceresine karar yapılarından "If...Then...Elseif...Then" koşulu kullanılarak Visual Basic bilgisayar programa dili ile gerekli kodlar yazılmıştır.

Her bir yol seksiyonu için birim nakliyat maliyeti (TL/m³); kamyonun saatlik birim maliyetine (TL/saat), kamyonun yük kapasitesine (m³) ve kamyon çalışma zamanına (saat) bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [28]:

$$BNM_i = \frac{KBM}{\left(\frac{YK}{KÇZ_i} \right)} \quad (3.1)$$

BNM_i : i linki için birim nakliyat maliyeti (TL/m³)

KBM : Kamyonun saatlik birim maliyeti (TL/saat)

YK : Kamyonun yük kapasitesi (m³)

KÇZ_i : i linki için toplam kamyon çalışma zamanı (saat)

Nakliyatta kullanılan kamyonların saatlik birim maliyeti işletme müdürlüğü kayıtlarından temin edilmiştir. Buna göre ortalama kamyon saatlik birim maliyeti 46,86 TL'dir. Ortalama kamyon yük kapasitesi ise bölgede kullanılan ana nakliyat kamyonları dikkate alınmak suretiyle 15 ton (15 m³) olarak belirlenmiştir. Formül 1'de yer alan kamyon çalışma zamanı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [36] :

$$KÇZ_i = \frac{2U_i}{OH_i} (1 + KZ_i) \quad (3.2)$$

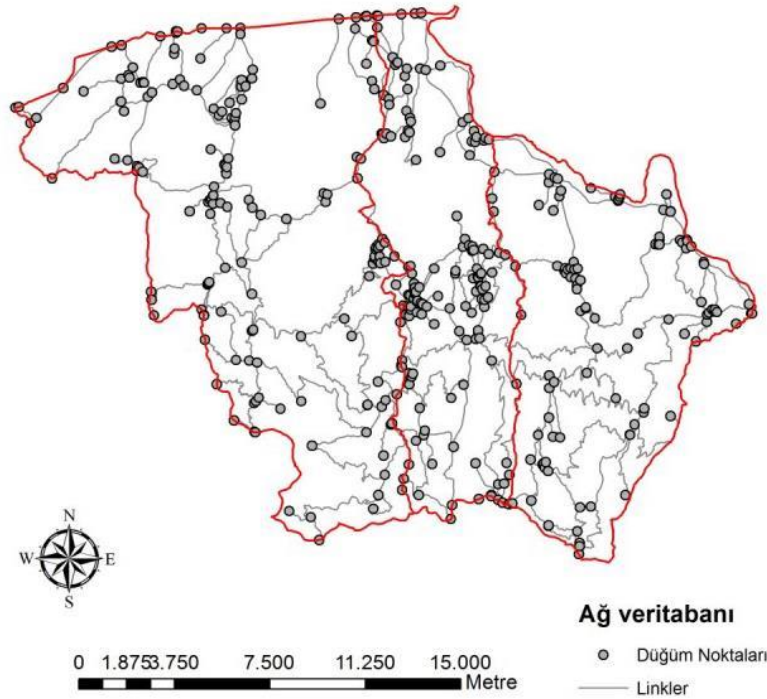
U_i : i linkinin uzunluğu (km)

OH_i : i linki için ortalama kamyon ulaşım hızı (km/saat)

KZ_i : i linki için kayıp zaman (%)

Orman yolu, stabilize yol ve asfalt yol için kayıp zaman oranları sırası ile %15, %10 ve %5 olarak alınmıştır [28]. Her bir yol seksiyonu için birim nakliyat maliyeti ve kamyon çalışma zamanı, yol ağı veri katmanının öz nitelik tablosundaki seçenekler menüsünde yer alan “Field Calculator” kullanılarak hesaplanmıştır. Son olarak, üretimin gerçekleştiği bölmelere ait rampaların ve orman depolarının lokasyonlarını gösteren veri katmanları üretilerek yol ağı veri katmanı ile karşılaştırılmıştır.

Ağ analizi için gerekli veri hazırlandıktan sonra, rampa noktasından orman depolarına en ekonomik ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi amacı ile ArcGIS 10.2 platformunda Ağ Analist eklentisi kullanılmıştır. İlk olarak, “ArcCatalog” modülü kullanılarak özel bir ağ veritabanı (Personal Geodatabase) tanımlanmıştır. Ağ sisteminde yer alacak linklerin değerlerini (birim nakliyat maliyeti) bünyesinde içeren yol ağı veri katmanı özel ağ veritabanına yüklenerek yeni bir ağ veri seti (Network Dataset) geliştirilmiştir. Daha sonra, ağ veri seti kullanılarak düğüm noktası (ND_Junctions) ve link (ND_Edges) dosyaları üretilmiştir (Şekil 3.8).

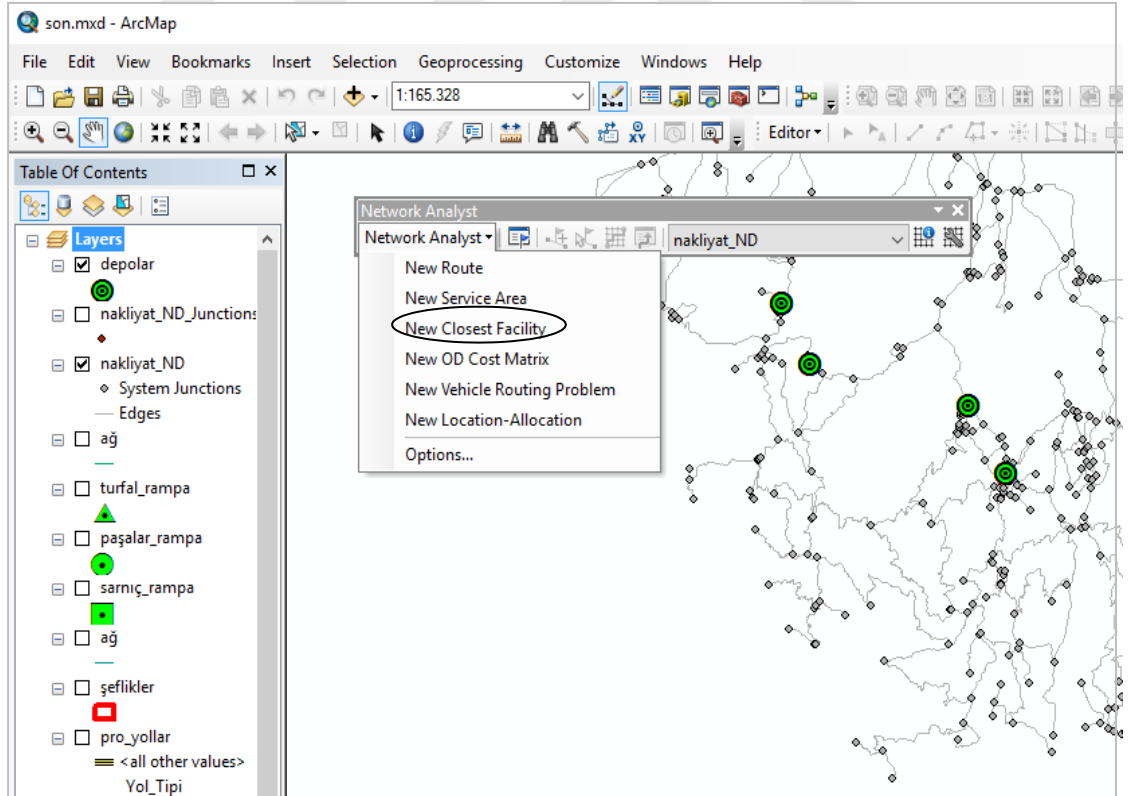


Şekil 3.8 Ağ veritabanında düğüm noktaları ve linkler

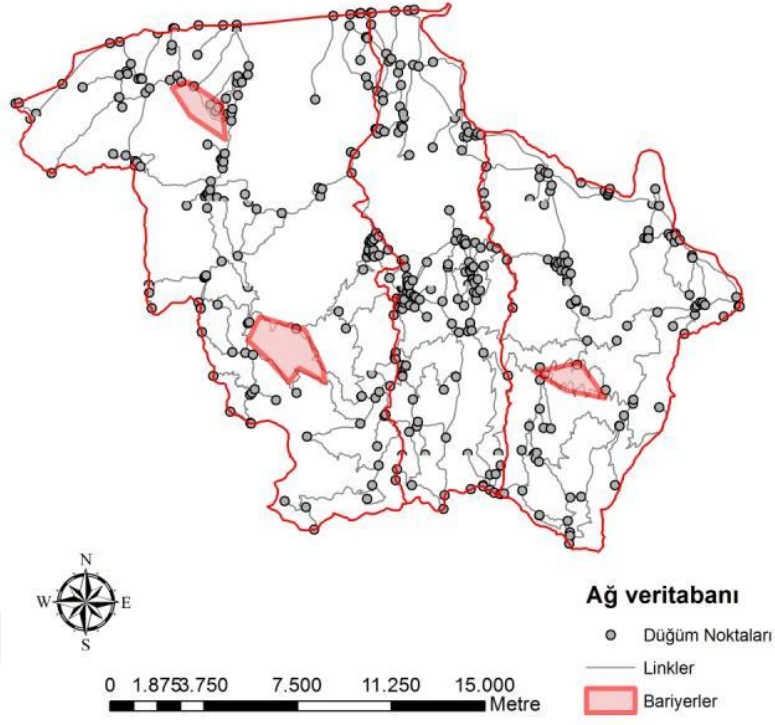
Ağ veri seti üretildikten sonra, “ArcMap” modülünde yer alan Ağ Analist eklentisi kullanılarak ağ analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ağ Analist eklentisi altında, optimum güzergahın seçilmesi (New Route), yakınlık analizi (New Closest Facility),

en uygun servis alanının belirlenmesi (New Service Area), maliyet matrisi (New OD Cost Matrix) gibi ağ analizi yöntemleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada yakınlık analizi yöntemi kullanılarak, orman ürünlerinin rampalardan hangi orman deposuna en düşük nakliyat maliyeti ile ulaşacağını araştırılması ve izlenilecek optimum güzergahın belirlenmesi amaçlanmıştır (Şekil 3.9). Ayrıca, bazı nedenlerle (heyelan, toprak kayması vb.) nakliyatın riskli olduğu düşünülen alanlar Ağ Analist özelliklerinden “barrier” (bariyer) ile işaretlenerek, ağ analizi sırasında değerlendirme dışı bırakılmış ve böylece sadece en ekonomik ulaşımı sağlayan değil aynı zamanda güvenli güzergah belirlenmiştir (Şekil 3.10). Kullanım riski olan yol seksiyonlarına ait bilgiler işletme müdürlüğünden temin edilmiştir. Son aşamada, orman ürünlerinin depolardaki ortalama satış fiyatları dikkate alınarak, net karı en yüksek güzergah ve orman deposu ortaya konulmuştur. Uygulamada orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği işletme şefliğinin deposuna (depolarına) değil, komşu şefliklerin depolarına da nakliyat durumları değerlendirilmiştir.



Şekil 3.9 Ağ Analist eklentisi altında yakınlık analizi

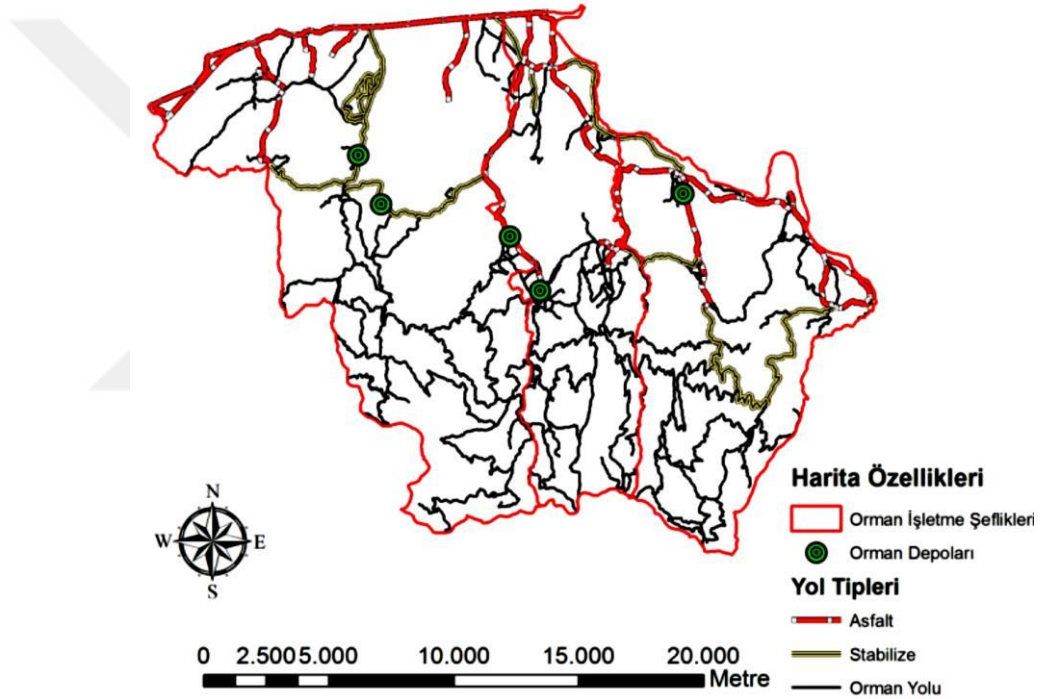


Şekil 3.10 Ağ veritabanında kullanılan alansal bariyerler

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Bulgular

Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanında yer alan toplam yol ağı uzunluğu 519 km olarak hesaplanmıştır. Bu yolların büyük bir bölümü orman yolu (%70,71) olup, bunu asfalt kaplama yol (%17,73) ve stabilize yol (%11,56) takip etmektedir. Yol ağlarının sayısallaştırılmasında üretilen toplam seksiyon sayısı 537 olarak belirlenmiştir. Yol tipleri sahip oldukları seksiyon sayılarına göre ise orman yolu, asfalt yol ve stabilize yol olarak sıralanmıştır. Topografik haritalar temel alınarak üretilen yol ağı haritası Şekil 4.1’de görülmektedir.



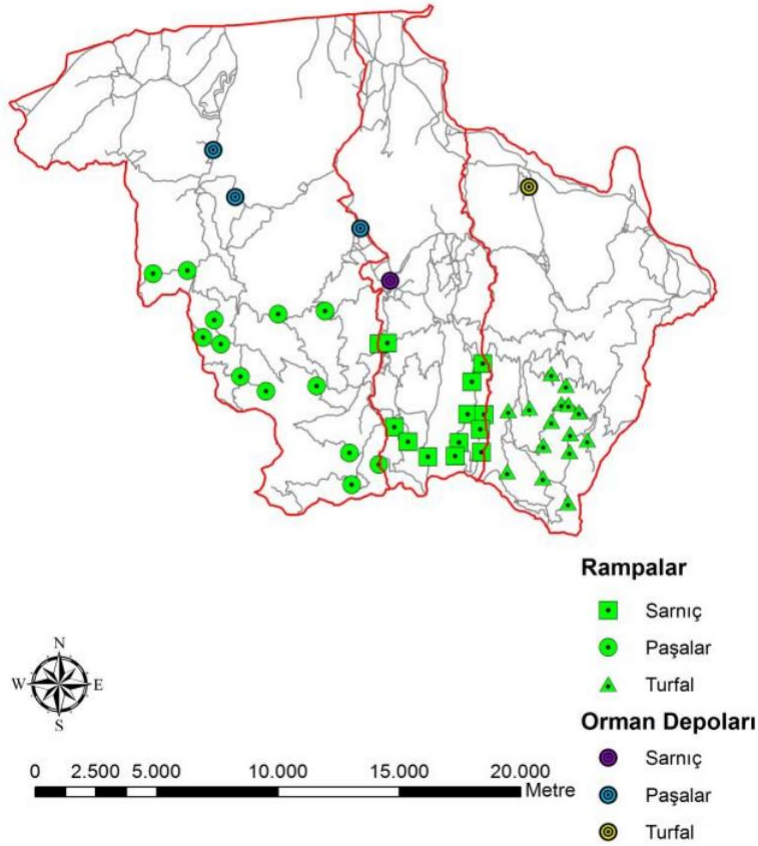
Şekil 4.1 Çalışma alanına ait yol ağı haritası

Çalışma alanında yer alan yol ağlarının durumu göz önüne alındığında, yolların %16,95’i iyi, %71,10’ü orta ve %11,95’i ise kötü olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.1). Asfalt kaplama yolların yarısının iyi durumda, %44,57’sinin orta ve geriye kalan yolların kötü durumunda (%5,43) olduğu belirlenmiştir. Stabilize yollar dikkate alındığında, yolların %41,67’sinin iyi durumda olduğu, %38,33’ünün orta ve geriye kalan yolların kötü durumunda (%20,00) olduğu tespit edilmiştir. Orman yollarında ise yolların büyük bir kısmı orta (%83,11), %12,26 kötü ve %4,63’ünün ise durumunun iyi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışma alanında bulunan yolların uzunluk bilgileri

Yol Tipi	Seksiyon Sayısı	Toplam Uzunluk (km)	Yol Durumuna Göre Uzunluk (km)		
			İyi	Orta	Kötü
Asfalt	114	92	4+6	41	5
Stabilize	61	60	25	23	12
Orman Yolu	362	367	17	305	45
Toplam	537	519	88	369	62

Çalışma alanında beş adet orman deposu yer almaktadır. Depolardan biri Sarnıç, üçü Paşalar ve beşincisi Turfal Orman İşletme Şefliğindedir. Bu depolara, çalışma alanındaki üç orman işletmesinde yayılış gösteren farklı sayıda rampalardan orman ürünleri ulaştırılmaktadır. Sarnıç Orman İşletme Şefliğinde 13 rampa, Paşalar Orman İşletme Şefliğinde 13 rampa ve Turfal Orman İşletme Şefliğinde ise 15 rampa dikkate alınmıştır. Orman depolarının ve rampaların lokasyonlarını gösteren veri katmanı Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Çalışma alanı sınırlarında yer alan orman depolarının ve rampaların lokasyonları

Ağ analizi uygulamasında yakınlık analizi yöntemi kullanılarak, her bir orman işletme şefliği için orman ürünlerinin rampalardan orman deposuna (depolarına) en düşük nakliyat maliyeti ile ulaştırılan optimum güzergah(lar) belirlenmiştir. Daha sonra, orman ürünlerinin depolardaki ortalama satış fiyatları dikkate alınarak, net karı en yüksek güzergah ve orman deposu bulunmuştur. Uygulama sırasında, nakliyatın riskli olduğu düşünülen alanlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Son aşamada, depo kısıtı olmaksızın orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği işletme şefliğinin deposuna (depolarına) değil, çalışma alanındaki bütün orman depolarına nakliyat durumu göz önüne alınarak, minimum maliyete sahip güzergahlar ve maksimum net kara sahip güzergahlar yeniden değerlendirilmiştir.

4.1.1 Minimum Maliyet

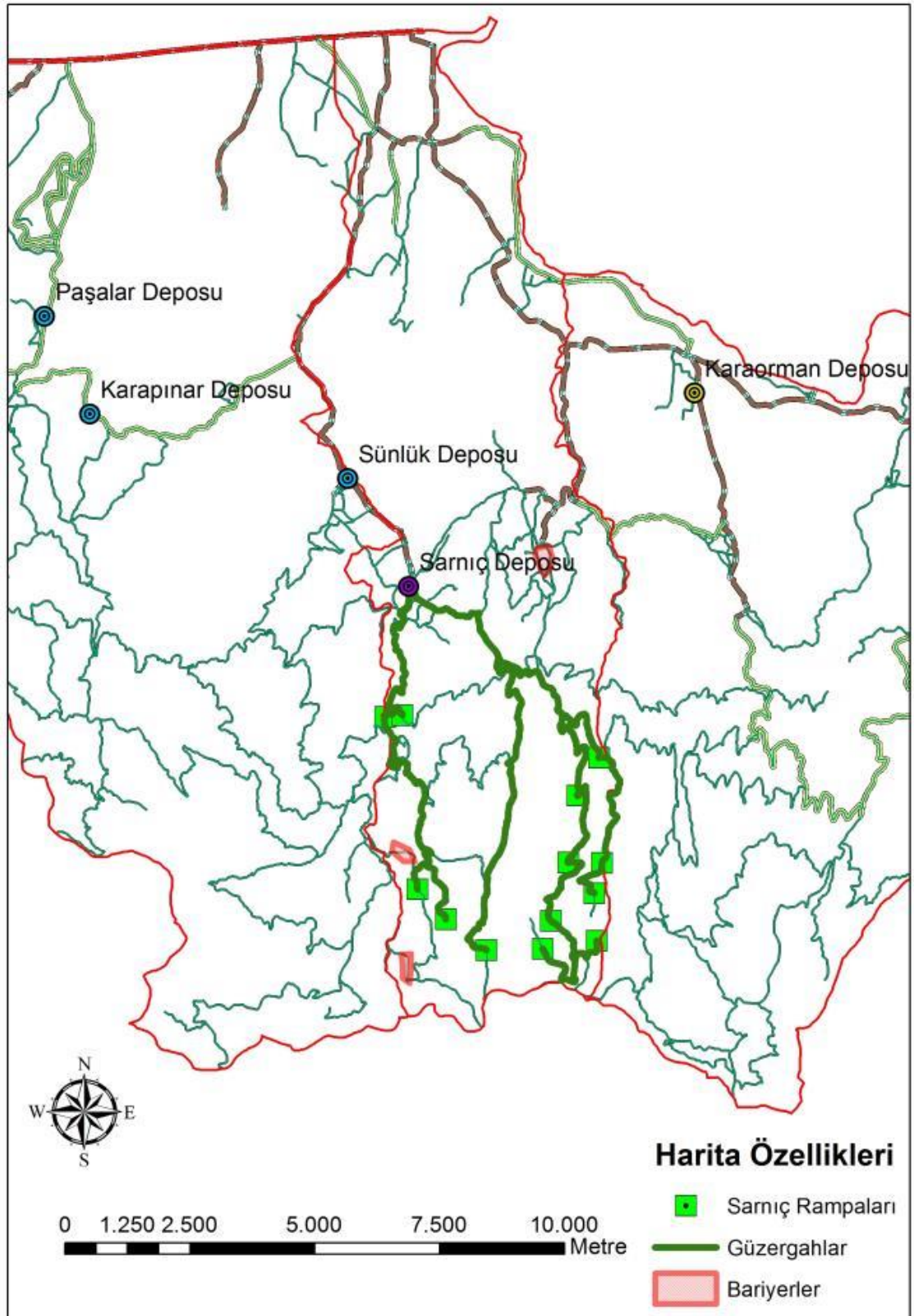
Çalışma alanındaki işletme şeflikleri için minimum maliyet analizleri sunulmuştur.

4.1.1.1 Sarnıç Orman İşletme Şefliği

Sarnıç Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan 13 rampa ve bir orman deposu (Sarnıç Orman Deposu) dikkate alınmıştır. Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman deposuna minimum nakliyat maliyetini veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Birim nakliyat maliyetleri ve ürün hacimlerine bağlı hesaplanan toplam nakliyat maliyetleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Şekil 4.3’de optimum güzergahlar görülmektedir. Sarnıç deposuna ulaşan ürünlerin toplam nakliyat maliyeti 34564,64 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 Sarnıç orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti

Bölme No	Birim Nakliyat Maliyeti (TL/m ³)	Tomruk (TL)		Yuvarlak Sanayi (TL)		Kağıtlık (TL)
		Meşe	Kayın	Meşe	Kayın	Kayın
70	1,23	-	133,49	36,60	48,13	35,68
71	1,41	31,30	-	85,12	83,60	15,09
80	2,34	-	3265,31	-	638,63	414,86
93	2,59	-	1770,55	-	777,28	372,08
95	3,30	-	4456,42	-	828,23	458,24
96	3,30	-	3452,99	-	1019,77	521,76
97	3,03	-	225,40	-	-	-
104	3,98	-	2087,51	-	374,36	198,40
105	3,71	-	3388,71	-	616,01	452,25
109	3,30	-	2834,87	-	389,00	343,00
112	3,80	-	782,46	-	109,78	98,57
115	4,95	-	2364,81	-	613,90	500,00
118	4,65	-	619,85	-	120,62	-
Toplam		31,30	25382,36	121,73	5619,32	3409,93



Şekil 4.3 Sarniç Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları

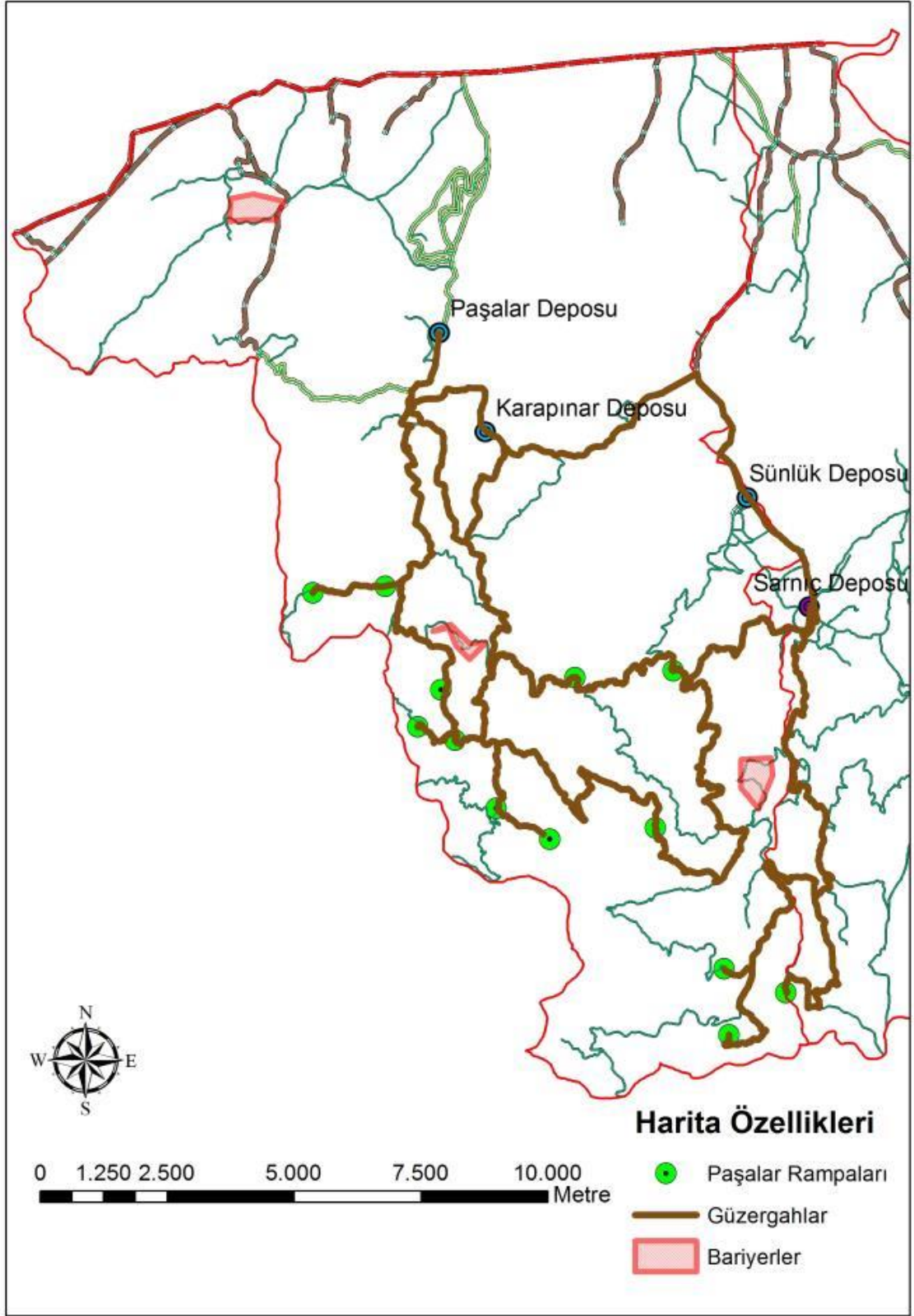
4.1.1.2 Paşalar Orman İşletme Şefliği

Paşalar Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan 13 rampa ve üç orman deposu (Paşalar, Sünlük ve Karapınar Orman Depoları) dikkate alınmıştır. Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman depolarına minimum nakliyat maliyetini veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Birim nakliyat maliyetleri ve ürün hacimlerine bağlı hesaplanan toplam nakliyat maliyetleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Şekil 4.4’de optimum güzergahlar görülmektedir. Paşalar, Sünlük ve Karapınar depolarına ulaşan ürünlerin nakliyat maliyetleri sırasıyla 7967,10 TL, 3275,00 TL ve 5037,15 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 Paşalar orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti

Bölme No	Birim Nakliyat Maliyeti (TL/m ³)	Orman Deposu	Tomruk (TL)			Maden Direği (TL)	Yuvarlak Sanayi (TL)	Kağıtlık (TL)
			Meşe	Kayın	Gökmar	Kayın	Kayın	Kayın
116	3,09	Paşalar	-	1629,14	-	-	484,70	161,11
118	2,31	Paşalar	112,80	796,49	-	57,40	205,34	137,42
137	3,57	Paşalar	-	3196,58	-	-	531,11	227,27
143	3,29	Sünlük	-	932,32	-	-	227,01	454,74
151	4,07	Karapınar	-	2221,94	-	86,89	251,40	150,67
152	3,48	Karapınar	-	1439,33	-	86,83	251,99	97,68
163	2,06	Sünlük	-	316,62	-	-	96,24	-
171	3,86	Karapınar	-	352,07	-	-	-	98,35
188	5,03	Paşalar	-	213,88	213,88	-	-	-
194	5,13	Sünlük	-	132,92	-	-	-	-
220	5,01	Sünlük	-	142,94	-	-	-	-
224	4,74	Sünlük	-	395,36	-	-	-	-
230	5,73	Sünlük	-	576,84	-	-	-	-
Toplam			112,80	12346,41	213,88	231,12	2047,79	1327,25

Sonuçlara göre orman ürünlerinin bulunduğu dört rampadan (Bölme no: 116, 118, 137, 188) nakliyat Paşalar Orman Deposuna gerçekleşmiştir. Sünlük orman depodasına altı rampadan (Bölme no: 143, 163, 194, 220, 224, 230) ürünler taşınmaktadır. Karapınar orman deposuna ise üç farklı rampadan (Bölme no: 151, 152, 171) ürün nakledilmiştir. Paşalar Orman İşletme Şefliğinde toplam nakliyat maliyeti 16279,25 TL olarak hesaplanmıştır.



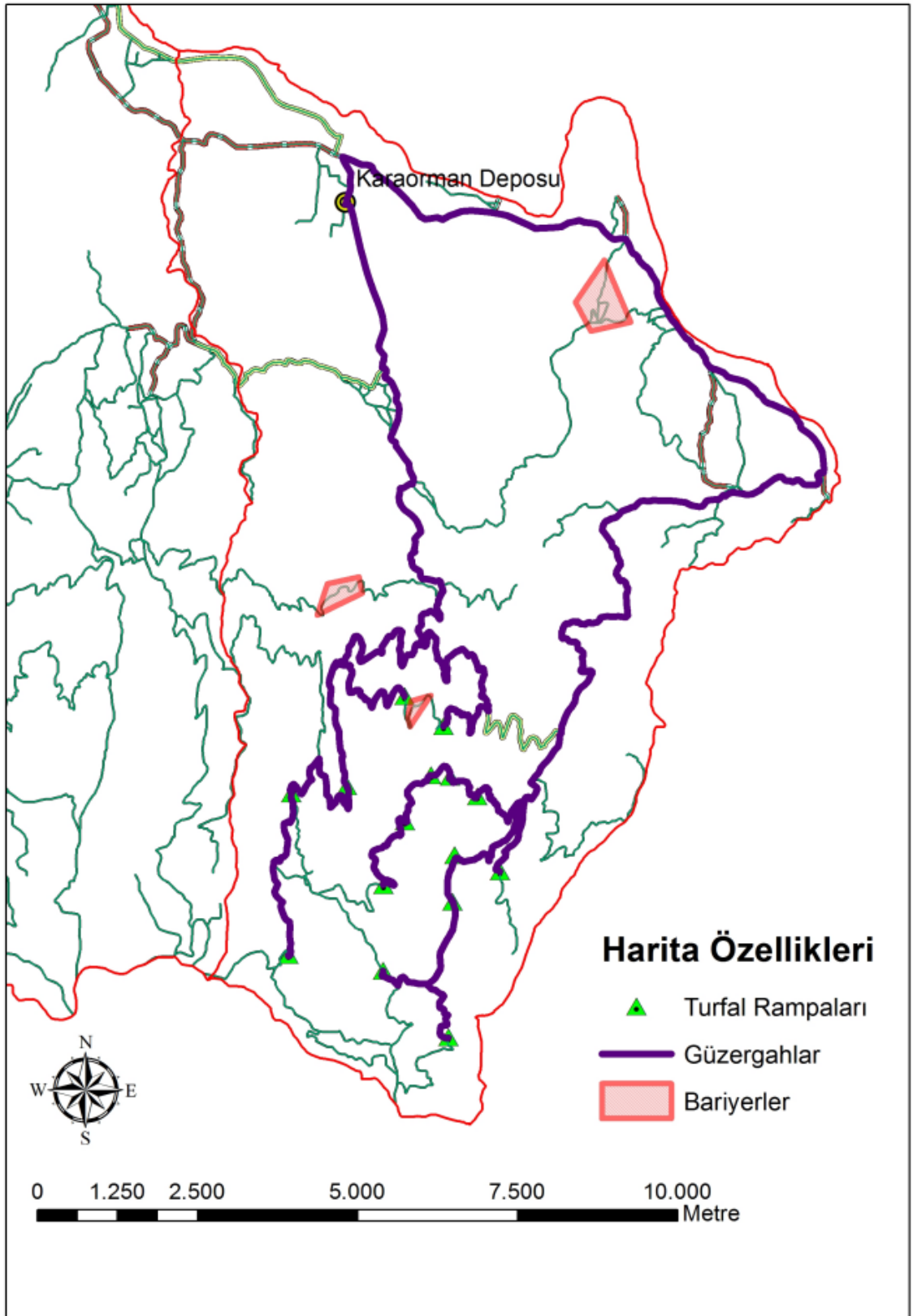
Şekil 4.4 Paşalar Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları

4.1.1.3 Turfal Orman İşletme Şefliği

Turfal Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan 15 rampa ve bir orman deposu (Karaorman Orman Deposu) dikkate alınmıştır. Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman deposuna minimum nakliyat maliyetini veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Birim nakliyat maliyetleri ve ürün hacimlerine bağlı hesaplanan toplam nakliyat maliyetleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Şekil 4.5’de optimum güzergahlar görülmektedir. Sarnıç deposuna ulaşan ürünlerin toplam nakliyat maliyeti 37580,33 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4 Turfal orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti

Bölme No	Birim Nakliyat Maliyeti (TL/m ³)	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık
		(TL) Kayın	(TL) Kayın	(TL) Kayın
88	3,61	2516,35	961,24	418,47
98	4,51	232,94	-	-
102	3,45	2175,16	415,04	195,55
104	4,59	3721,94	839,60	-
105	3,35	1508,04	315,50	207,77
113	5,64	473,08	-	-
114	4,56	3972,55	633,93	601,78
115	4,97	544,96	-	-
116	4,30	4092,91	791,76	267,59
117	5,43	4572,17	355,82	303,37
118	4,42	1469,34	465,91	324,16
119	4,15	774,51	652,42	316,27
121	4,12	809,33	135,01	152,11
127	5,60	496,05	-	-
135	5,55	1601,90	265,79	-
Toplam		28961,23	5832,02	2787,08



Şekil 4.5 Turfal Orman İşletme Şefliğinde minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları

4.1.2 Maksimum Net Kar Bulguları

Çalışma alanındaki işletme şeflikleri için maksimum net kar analizleri sunulmuştur.

4.1.2.1 Sarnıç Orman İşletme Şefliği

Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman deposuna maksimum net karı veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Orman ürünlerinin üretimi sırasında uzak nakliyata kadar gerçekleşen iş aşamaları bu çalışmanın kapsamına dahil edilmediğinden, bu aşamaların tüm rampalarda değişmediği kabul edilmiş ve net kar hesaplamalarında yalnızca nakliyat maliyetleri dikkate alınmıştır. Sarnıç Orman İşletme Şefliği sınırlarında bir orman deposu olması nedeniyle maksimum net karı sağlayan güzergahlar ile minimum maliyeti sağlayan güzergahlar arasında değişiklik gözlenmemiştir. Birim nakliyat maliyetleri, orman ürünlerinin depoda birim satış fiyatları ve ürün hacimlerine bağlı olarak hesaplanan net kar değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Sarnıç deposuna ulaşan ürünlerden elde edilen toplam net kar 3.386.525,65 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 Sarnıç orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar

Bölme No	Tomruk (TL)		Yuvarlak Sanayi (TL)		Kağıtlık (TL)
	Meşe	Kayın	Meşe	Kayın	Kayın
70	-	37372,31	5893,08	9795,02	7128,05
71	5363,30	-	11943,60	14830,80	2627,17
80	-	478967,39	-	68014,39	43365,13
93	-	234471,39	-	74715,39	35103,32
95	-	462225,18	-	62305,79	33831,85
96	-	358148,10	-	76714,22	38521,92
97	-	25482,29	-	-	-
104	-	179169,20	-	23286,43	12111,56
105	-	312264,06	-	41151,35	29649,74
109	-	294035,63	-	29263,71	25323,94
112	-	70375,92	-	7157,50	6307,05
115	-	162732,58	-	30583,33	24443,41
118	-	45445,97	-	6404,59	-
Toplam	5.363,30	2.660.690,03	17.836,68	444.222,51	258.413,14

4.1.2.2 Paşalar Orman İşletme Şefliği

Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan üç ayrı orman deposuna maksimum net karı veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Paşalar Orman İşletme Şefliği sınırlarında birden çok orman deposu olması nedeniyle maksimum net karı sağlayan orman depoları ile minimum maliyeti sağlayan depolar farklılıklar göstermiştir. Birim nakliyat maliyetleri, orman ürünlerinin depoda birim satış fiyatları ve ürün hacimlerine bağlı olarak hesaplanan net kar değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Paşalar Orman İşletme Şefliğinde yer alan Paşalar, Sünlük ve Karapınar orman depolarına ulaşan ürünlerden elde edilen toplam net kar sırasıyla 745.893,82 TL, 286.186,08 TL ve 436.418,81 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6 Paşalar orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar

Bölme No	Tomruk (TL)		Maden Direği (TL)		Yuvarlak Sanayi (TL)	Kağıtlık (TL)
	Meşe	Kayın	Gökmar	Kayın	Kayın	Kayın
116	-	179152,75	-	-	34874,68	11803,97
118	12316,88	117431,98	-	5753,77	19832,25	13514,34
137	-	303827,13	-	-	33004,62	14381,43
143	-	96235,85	-	-	15326,97	31263,98
151	-	184972,00	-	4905,80	13672,79	8344,68
152	-	140379,98	-	5747,73	16070,68	6343,82
163	-	52385,57	-	-	10435,38	-
171	-	30922,93	-	-	-	5748,80
188	-	14393,45	4916,16	-	-	-
194	-	8751,62	-	-	-	-
220	-	9639,72	-	-	-	-
224	-	28205,09	-	-	-	-
230	-	33941,90	-	-	-	-
Toplam	12.316,88	1.200.239,96	4.916,16	16.407,30	143.217,37	91.401,03

Çizelge 4.7, farklı ürün tiplerine ve ağaç türlerine göre her bir rampadan orman ürünlerinin nakledildiği orman depolarını göstermektedir. Sonuçlara göre orman ürünlerinin bulunduğu üç rampadan (Bölme no: 116, 118, 137) nakliyat Paşalar Orman Deposuna gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.7 Paşalar Orman İşletme Şefliğinde orman ürünlerinden maksimum net karın sağlandığı orman depoları

Bölme No	Tomruk		Maden Direği		Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık
	Meşe	Kayın	Gökmar	Kayın	Kayın	Kayın
116	-	Paşalar	-	-	Paşalar	Paşalar
118	Paşalar	Paşalar	-	Paşalar	Paşalar	Paşalar
137	-	Paşalar	-	-	Paşalar	Paşalar
143	-	Sünlük	-	-	Sünlük	Sünlük
151	-	Karapınar	-	Karapınar	Karapınar	Karapınar
152	-	Karapınar	-	Karapınar	Karapınar	Karapınar
163	-	Sünlük	-	-	Sünlük	-
171	-	Karapınar	-	-	-	Karapınar
188	-	Karapınar	Karapınar	-	-	-
194	-	Sünlük	-	-	-	-
220	-	Sünlük	-	-	-	-
224	-	Sünlük	-	-	-	-
230	-	Sünlük	-	-	-	-

Sünlük orman depedosa altı rampadan (Bölme no: 143, 163, 194, 220, 224, 230) ürünler taşınmaktadır. Karapınar orman deposuna ise dört farklı rampadan (Bölme no: 151, 152, 171, 188) ürün nakledilmiştir. Paşalar Orman İşletme Şefliğinde toplam nakliyat maliyeti 1.468.498,71 TL olarak hesaplanmıştır.

4.1.2.3 Turfal Orman İşletme Şefliği

Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman deposuna maksimum net karı veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Turfal Orman İşletme Şefliği sınırlarında bir orman deposu olması nedeniyle maksimum net karı sağlayan güzergahlar ile minimum maliyeti sağlayan güzergahlar arasında değişiklik gözlenmemiştir. Birim nakliyat maliyetleri, orman ürünlerinin depoda birim satış fiyatları ve ürün hacimlerine bağlı olarak hesaplanan net kar değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Sarnıç deposuna ulaşan ürünlerden elde edilen toplam net kar 2.670.288,00 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8 Turfal orman deposuna rampalardan ulaşan ürünlerden elde edilen net karlar

Bölme No	Tomruk (TL)	Yuvarlak Sanayi (TL)	Kağıtlık (TL)
	Kayın	Kayın	Kayın
88	235010,4	58773,78	25256,65
98	17367,31	-	-
102	212667,2	26573,07	12358,51
104	272593,5	40196,67	-
105	151888,5	20812,84	13529,04
113	28109,87	-	-
114	292888,7	30553,82	28628,25
115	36819,37	-	-
116	320256,1	40515,97	13515,73
117	282354,6	14344,73	12071,27
118	111809,5	23181,77	15919,91
119	62821,52	34616,07	16563,48
121	66129,56	7216,609	8025,3
127	29688,47	-	-
135	96751,66	10477,85	-
Toplam	2.217.156	307.263,2	145.868,2

4.1.3 Komşu İşletmelerin Depolarının Kullanılması Durumu

Uygulamada orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği orman işletmesinin deposuna (depolarına) değil, aynı zamanda komşu işletmelerin orman depolarına da nakliyatının gerçekleştirilme durumu incelenmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanındaki her bir rampa için işletme şefliklerinin depolarında bağımsız olarak minimum maliyet ve maksimum net kar değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı sınırlarında orman ürünlerinin nakliyatına konu olan toplam 41 adet rampa bulunmaktadır. Yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan çalışma alanındaki orman depolarına minimum nakliyat maliyetini veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. Birim nakliyat maliyetleri ve ürün hacimlerine bağlı hesaplanan toplam nakliyat maliyetleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.6'da optimum güzergahlar görülmektedir. Orman depolarına ulaşan ürünlerin toplam nakliyat maliyeti 88161,19 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9 Çalışma alanında orman depolarına rampalardan ulaşan ürünlerin nakliyat maliyeti

Bölme No*	Birim Nakliyat Maliyeti (TL/m ³)	Orman Deposu	Tomruk (TL)			Maden Direği (TL)	Yuvarlak Sanayi (TL)		Kağıtlık (TL)
			Meşe	Kayın	Göknar		Kayın	Meşe	
70s	1,23	Sarnıç	-	133,49	-	-	48,13	36,60	35,68
71s	1,41	Sarnıç	31,30	-	-	-	83,60	85,12	15,09
80s	2,34	Sarnıç	-	3265,31	-	-	638,63	-	414,86
93s	2,59	Sarnıç	-	1770,55	-	-	777,28	-	372,08
95s	3,30	Sarnıç	-	4456,42	-	-	828,23	-	458,24
96s	3,30	Sarnıç	-	3452,99	-	-	1019,77	-	521,76
97s	3,03	Sarnıç	-	225,40	-	-	-	-	-
104s	3,98	Sarnıç	-	2087,51	-	-	374,36	-	198,40
105s	3,71	Sarnıç	-	3388,71	-	-	616,01	-	452,25
109s	3,30	Sarnıç	-	2834,87	-	-	389,00	-	343,00
112s	3,80	Sarnıç	-	782,46	-	-	109,78	-	98,57
115s	4,95	Sarnıç	-	2364,81	-	-	613,90	-	500,00
118s	4,65	Sarnıç	-	619,85	-	-	120,62	-	-
116p	3,09	Paşalar	-	1629,14	-	-	484,70	-	161,11
118p	2,31	Paşalar	112,80	796,49	-	57,40	205,34	-	137,42
137p	3,57	Paşalar	-	3196,58	-	-	531,11	-	227,27
143p	2,96	Sarnıç	-	838,80	-	-	204,24	-	409,13
151p	4,07	Karapınar	-	2221,94	-	86,89	251,40	-	150,67
152p	3,48	Karapınar	-	1439,33	-	86,83	251,99	-	97,68
163p	1,72	Sarnıç	-	264,36	-	-	80,36	-	-
171p	3,86	Karapınar	-	352,07	-	-	-	-	98,35
188p	5,03	Paşalar	-	213,88	213,88	-	-	-	-
194p	4,79	Sarnıç	-	124,11	-	-	-	-	-
220p	5,01	Sünlük	-	142,94	-	-	-	-	-
224p	4,45	Sarnıç	-	371,17	-	-	-	-	-
230p	5,73	Sünlük	-	576,84	-	-	-	-	-
88t	3,60	Karaorman	-	2516,35	-	-	961,24	-	418,47
98t	4,50	Karaorman	-	232,942	-	-	-	-	-
102t	3,44	Karaorman	-	2175,16	-	-	415,04	-	195,55
104t	4,58	Karaorman	-	3721,94	-	-	839,60	-	-
105t	3,34	Karaorman	-	1508,04	-	-	315,50	-	207,77
113t	5,63	Karaorman	-	473,083	-	-	-	-	-
114t	4,55	Karaorman	-	3972,55	-	-	633,93	-	601,78
115t	4,96	Karaorman	-	544,96	-	-	-	-	-
116t	4,29	Karaorman	-	4092,91	-	-	791,76	-	267,59
117t	5,42	Karaorman	-	4572,17	-	-	355,82	-	303,37
118t	4,41	Karaorman	-	1469,34	-	-	465,91	-	324,16
119t	4,14	Karaorman	-	774,515	-	-	652,42	-	316,27
121t	4,11	Karaorman	-	809,33	-	-	135,012	-	152,11
127t	5,59	Karaorman	-	496,05	-	-	-	-	-
135t	5,54	Karaorman	-	1601,90	-	-	265,79	-	-

*s: Sarnıç Orman İşletme Şefliği rampaları, p: Paşalar Şefliği rampaları, t: Turfal Şefliği rampaları



Şekil 4.6 Çalışma alanının tamamında minimum maliyetli optimum nakliyat güzergahları

Çalışma alanında ait olduğu orman işletme şefliği dışında orman ürünlerinin tüm depolara nakliyatının mümkün olduğu durumda, net kar değerleri orman ürünlerinin birim nakliyat maliyetleri, depoda birim satış fiyatları ve ürün hacimlerine bağlı olarak hesaplanmıştır. Elde edilen net karla ilgili sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Çalışma alanında orman ürünlerinden elde edilen net kar değerleri

Bölme No*	Tomruk (TL)			Maden Direği (TL)	Yuvarlak Sanayi (TL)		Kağıtlık (TL)
	Meşe	Kayın	Göknar	Kayın	Kayın	Meşe	Kayın
70s	-	37372,31	-	-	8677,08	7449,52	7128,05
71s	5566,21	-	-	-	13136,89	15100,95	2627,17
80s	-	478967,39	-	-	60222,53	-	43365,12
93s	-	234471,39	-	-	66147,25	-	35103,32
95s	-	462225,18	-	-	55137,80	-	33831,85
96s	-	358148,10	-	-	67891,69	-	38521,92
97s	-	25482,29	-	-	-	-	-
104s	-	179169,20	-	-	20601,02	-	12111,56
105s	-	312264,06	-	-	36409,25	-	29649,74
109s	-	294035,63	-	-	25894,70	-	25323,94
112s	-	70375,92	-	-	6332,69	-	6307,05
115s	-	162732,58	-	-	27042,56	-	24443,41
118s	-	45445,97	-	-	5663,74	-	-
116p	-	179537,63	-	-	34877,82	-	12612,14
118p	12316,88	117680,24	-	5753,77	19832,25	-	14435,84
137p	-	304615,08	-	-	33006,11	-	15377,71
143p	-	97091,66	-	-	15250,38	-	33722,92
151p	-	185627,12	-	4896,41	13645,61	-	8935,89
152p	-	140876,30	-	5735,51	16035,19	-	6792,10
163p	-	52851,28	-	-	10319,51	-	-
171p	-	31033,29	-	-	-	-	6155,97
188p	-	14444,47	4888,95	-	-	-	-
194p	-	8829,87	-	-	-	-	-
220p	-	9704,76	-	-	-	-	-
224p	-	28453,65	-	-	-	-	-
230p	-	34171,42	-	-	-	-	-
88t	-	238377,16	-	-	52095,73	-	28207,97
98t	-	17616,78	-	-	-	-	-
102t	-	215712,43	-	-	23555,94	-	13801,58
104t	-	276510,08	-	-	35609,04	-	-
105t	-	154062,76	-	-	18450,80	-	15108,07
113t	-	28515,01	-	-	-	-	-
114t	-	297096,47	-	-	27067,19	-	31988,21
115t	-	37348,98	-	-	-	-	-
116t	-	324853,47	-	-	35897,98	-	15100,11
117t	-	286421,52	-	-	12701,29	-	13493,72
118t	-	113415,14	-	-	20538,08	-	17787,15
119t	-	63722,95	-	-	30673,24	-	18503,79
121t	-	67078,37	-	-	6394,74	-	8965,28
127t	-	30116,31	-	-	-	-	-
135t	-	98145,75	-	-	9276,77	-	-

*s: Sarnıç Orman İşletme Şefliği rampaları, p: Paşalar Şefliği rampaları, t: Turfal Şefliği rampaları

Çizelge 4.11, farklı ürün tiplerine ve ağaç türlerine göre her bir rampadan orman ürünlerinin nakledildiği orman depolarını göstermektedir. Net karı maksimize eden alternatifte ürünler Sarnıç, Paşalar, Sünlük ve Karaorman depolarına ulaştırılmıştır.

Çizelge 4.11 Çalışma alanında orman ürünlerinden maksimum net karın sağlandığı orman depoları

Bölme No*	Tomruk (TL)			Maden Direği (TL)	Yuvarlak Sanayi (TL)		Kağıtlık (TL)
	Meşe	Kayın	Gökmar	Kayın	Kayın	Meşe	Kayın
70s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	Sarnıç	Sarnıç
71s	Sünlük	-	-	-	Sünlük	Sarnıç	Sarnıç
80s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
93s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
95s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
96s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
97s	-	Sarnıç	-	-	-	-	-
104s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
105s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
109s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
112s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
115s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	Sarnıç
118s	-	Sarnıç	-	-	Sünlük	-	-
116p	-	Sarnıç	-	-	Paşalar	-	Sarnıç
118p	Paşalar	Sarnıç	-	Paşalar	Paşalar	-	Sarnıç
137p	-	Sarnıç	-	-	Paşalar	-	Sarnıç
143p	-	Sarnıç	-	-	Paşalar	-	Sarnıç
151p	-	Sarnıç	-	Paşalar	Paşalar	-	Sarnıç
152p	-	Sarnıç	-	Paşalar	Paşalar	-	Sarnıç
163p	-	Sarnıç	-	-	Paşalar	-	-
171p	-	Sarnıç	-	-	-	-	Sarnıç
188p	-	Sarnıç	Paşalar	-	-	-	-
194p	-	Sarnıç	-	-	-	-	-
220p	-	Sarnıç	-	-	-	-	-
224p	-	Sarnıç	-	-	-	-	-
230p	-	Sarnıç	-	-	-	-	-
88t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
98t	-	Karaorman	-	-	-	-	-
102t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
104t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	-
105t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
113t	-	Karaorman	-	-	-	-	-
114t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
115t	-	Karaorman	-	-	-	-	-
116t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
117t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
118t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
119t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
121t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	Karaorman
127t	-	Karaorman	-	-	-	-	-
135t	-	Karaorman	-	-	Karaorman	-	-

*s: Sarnıç Orman İşletme Şefliği rampaları, p: Paşalar Şefliği rampaları, t: Turfal Şefliği rampaları

Çalışma alanında yer alan Sarnıç, Paşalar ve Turfal şefliklerindeki depolara ulaşan ürünlerden elde edilen net kar sırasıyla 4.244.602,96 TL, 575.281,80 TL ve 2.684.209,86 TL olarak hesaplanmıştır. Orman depolarına ulaşan ürünlerden elde edilen toplam net kar ise 7.504.094,62 TL'dir.

Çalışma alanında yer alan Sarnıç, Paşalar ve Turfal şefliklerindeki depolara ulaşan ürünlerden elde edilen net kar sırasıyla 4.244.602,96 TL, 575.281,80 TL ve 2.684.209,86 TL olarak hesaplanmıştır. Orman depolarına ulaşan ürünlerden elde edilen toplam net kar ise 7.504.094,62 TL'dir.

4.2 Tartışma

Çalışma kapsamında ilk olarak yakınlık analizi yöntemi kullanılarak, orman ürünlerinin rampalardan orman deposuna (depolarına) en düşük nakliyat maliyeti ile ulaştırılan optimum güzergah(lar) belirlenmiştir. Daha sonra, orman ürünlerinin depolardaki ortalama satış fiyatları dikkate alınarak, net karı en yüksek güzergah ve orman deposu araştırılmıştır.

4.2.1 Minimum Maliyet

Her bir orman işletme şefliği kendi sınırları içinde değerlendirildiğinde toplam nakliyat maliyeti en düşük olan şefliğin Paşalar Orman İşletme Şefliği olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.12). En yüksek nakliyat maliyeti ise Turfal Orman İşletme Şefliğinde görülmüştür. Bunun ana nedeni, Paşalar Orman İşletme Şefliğinde üç orman deposunun (Paşalar, Sönlük ve Karapınar) yer alması ve bu depoların şeflik sınırları içinde uygun bir dağılım göstermesidir. Diğer taraftan Turfal Orman İşletme Şefliğinde bir adet orman deposunun (Karaorman) bulunması ve bu deponun üretim yapılan rampalardan çok uzakta yer alması nakliyat maliyetinin yüksek olmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.12 Her bir şeflik için orman depolarına göre nakliyat maliyetleri

Orman İşletme Şeflikleri	Nakliyat Maliyeti	
	Orman Depoları	(TL)
Sarnıç	Sarnıç	34564,64
Paşalar	Paşalar	7967,10
Paşalar	Sünlük	3275,00
Paşalar	Karapınar	5037,15
Turfal	Karaorman	37580,33
	Toplam	88424,22

Nakliyatı gerçekleştirilen orman ürünü tipleri dikkate alındığında işletme şefliklerine göre nakliyat maliyetleri Çizelge 4.13’de görülmektedir. Nakliyat maliyeti en yüksek olan orman ürünü tomruk olup bunu sırasıyla yuvarlak sanayi, kağıtlık ve maden direği takip etmiştir. Nakliyat maliyeti üzerindeki en önemli faktörün ürün hacmi olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.13 Her bir şeflik için orman ürünlerine göre nakliyat maliyetleri

Orman İşletme Şeflikleri	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık	Maden Direği
Sarnıç	25413,66	5741,05	3409,93	-
Paşalar	12673,09	2047,79	1327,25	231,12
Turfal	28961,23	5832,01	2787,08	-
Toplam	67047,98	13620,85	7524,26	231,12

Çalışmanın bir diğer aşamasında orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği orman işletmesinin deposuna (depolarına) değil, aynı zamanda diğer işletmelerin depolarına da nakliyatının gerçekleştirilme durumunda ortaya çıkan nakliyat maliyeti incelenmiştir. Sonuçta, nakliyat maliyeti en düşük olan şefliğin yine Paşalar Orman İşletme Şefliği, en yüksek olan şefliğin ise Turfal Orman İşletme Şefliği olduğu görülmüştür (Çizelge 4.14). Diğer taraftan, toplam nakliyat maliyeti 88424,22 TL’den 88161,19 TL’ye düşmüştür. Nakliyat maliyetindeki düşüş, Paşalar Orman İşletme Şefliğinde yer alan Sünlük Orman deposuna ulaştırılan orman ürünlerinin bir kısmının daha az maliyetle Sarnıç Orman İşletme Şefliğindeki Sarnıç Orman deposuna ulaştırılmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.14 Çalışma alanının tamamı için orman depolarına göre nakliyat maliyetleri

Orman İşletme Şeflikleri	Orman Depoları	Nakliyat Maliyeti (TL)
Sarnıç	Sarnıç	36856,83
Paşalar	Paşalar	7967,10
Paşalar	Sünlük	719,78
Paşalar	Karapınar	5037,15
Turfal	Karaorman	37580,33
	Toplam	88161,19

Bu ikinci aşamada orman ürünü tiplerine göre işletme şefliklerindeki nakliyat maliyetleri Çizelge 4.15’de görülmektedir. Nakliyat maliyeti en yüksek olan orman ürünü tomruk olup, bunu sırasıyla yuvarlak sanayi, kağıtlık ve maden direği takip etmiştir. Nakliyat maliyetinin tomruk, yuvarlak sanayi ve kağıtlık ürünlerde sırasıyla 178,77 TL, 38,67 TL ve 45,61 TL düştüğü görülmüştür.

Çizelge 4.15 Çalışma alanının tamamı için orman ürünlerine göre nakliyat maliyetleri

Orman İşletme Şeflikleri	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık	Maden Direği
Sarnıç	27012,12	6025,64	3819,07	-
Paşalar	10895,86	1724,53	872,51	231,12
Turfal	28961,23	5832,01	2787,08	-
Toplam	66869,21	13582,18	7478,66	231,12

4.2.2 Maksimum Net Kar

Çalışmada yakınlık analizi yöntemi kullanılarak her bir rampadan orman deposuna maksimum net karı veren optimum güzergahlar belirlenmiştir. İlk aşamada her bir orman şefliği kendi içinde değerlendirilmiştir. Sarnıç Orman İşletme Şefliği ve Turfal Orman İşletme Şefliği sınırlarında birer adet orman deposu olması nedeniyle maksimum net karı sağlayan güzergahlar ile minimum maliyeti sağlayan güzergahlar arasında değişiklik gözlenmemiştir. Sonuç olarak toplam net karı en yüksek olan şefliğin Sarnıç Orman İşletme Şefliği olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16). En düşük net kar ise Paşalar İşletme Şefliğinde görülmüştür. Bu durumun nedenleri arasında şefliklerde ürünlerin hacimlerindeki farklılık ve depolardaki birim satış fiyatlarıdır.

Çizelge 4.16 Her bir şeflik için orman depolarına göre net kar değerleri

Orman İşletme Şeflikleri	Orman Depoları	Net Kar (TL)
Sarnıç	Sarnıç	3.386.525,65
Paşalar	Paşalar	745.893,82
Paşalar	Sünlük	286.186,08
Paşalar	Karapınar	436.418,81
Turfal	Karaorman	2.670.287,58
	Toplam	7.525.311,95

Nakliyatı gerçekleştirilen orman ürünü tipleri dikkate alındığında işletme şefliklerine göre net kar değerleri Çizelge 4.17’de görülmektedir. Net kara katkısı en yüksek olan orman ürünü tomruk olup, bunu sırasıyla yuvarlak sanayi, kağıtlık ve maden direği takip etmiştir. Net kar üzerindeki en önemli faktörlerin ürün hacmi ve birim satış fiyatı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.17 Her bir şeflik için orman ürünlerine göre net kar değerleri

Orman İşletme Şeflikleri	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık	Maden Direği
Sarnıç	2666053,32	462059,19	258413,14	-
Paşalar	1217473,00	143217,37	91401,03	16407,30
Turfal	2217156,26	307263,17	145868,15	-
Toplam	6.100.682,59	912.539,73	495.682,32	16.407,30

Daha sonra, orman ürünlerinin komşu işletmelerin depolarına da nakliyatının gerçekleştirilme durumunda ortaya çıkan net kar incelenmiştir. Bu aşamada, en yüksek net karı veren orman işletme şefliğinin yine Sarnıç Orman İşletme Şefliği olduğu ve bunu yine Turfal Orman İşletme Şefliğinin izlediği görülmüştür (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Çalışma alanının tamamı için orman depolarına göre net kar değerleri

Orman İşletme Şeflikleri	Orman Depoları	Net Kar (TL)
Sarnıç	Sarnıç	4.244.602,96
Paşalar	Paşalar	176.558,39
Paşalar	Sünlük	398.723,41
Paşalar	Karapınar	-
Turfal	Karaorman	2.684.209,86
	Toplam	7.504.094,62

Ancak, toplam net kar değerinin ikinci uygulamada 7.525.311,95 TL'den 7.504.094,62 TL'ye gerilediği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçtaki ana faktör şefliklerde risk taşıyan yolların bariyer uygulaması ile kapatılarak ağ analizinden elimine edilmesidir. Çözüm aşamasında, Karapınar Orman Deposuna hiçbir ürün ulaştırılmazken, daha önceden Paşalar Orman Deposuna ulaştırılan önemli miktardaki orman ürünü Sarnıç ve Sünlük Orman depolarına yönlendirilmiştir.

Son aşamada orman ürünü tiplerine göre işletme şefliklerindeki net kar değerleri Çizelge 4.19'da görülmektedir. Net kar değeri en yüksek olan orman ürünü tomruk olup bunu sırasıyla yuvarlak sanayi, kağıtlık ve maden direği takip etmiştir. Net kar değerinin tomruk ve kağıtlık ürünlerde sırasıyla 36689,42 TL ve 23719,26 TL düştüğü, yuvarlak sanayi ve maden direğinde ise sırasıyla 81604,39 TL ve 21,61 TL yükseldiği görülmüştür.

Çizelge 4.19 Çalışma alanının tamamı için orman ürünlerine göre net kar değerleri

Orman İşletme Şeflikleri	Tomruk	Yuvarlak Sanayi	Kağıtlık	Maden Direği
Sarnıç	3865606,79	22550,47	356445,70	-
Paşalar	22772,04	536124,07	-	16385,69
Turfal	2248993,18	272260,80	162955,88	-
Toplam	6.137.372,01	830.935,34	519.401,58	16.385,69

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, orman ürünleri nakliyat maliyetini en aza indiren ve aynı zamanda güvenli ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi için modern yöntemlerden ağ analizi kullanılarak CBS tabanlı bir karar destek sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çözüm aşamasında, çalışma alanından seçilecek örnek üretim sahalarından farklı orman ürünlerinin (tomruk, maden direği, sanayi, vb.) mevcut orman depolarına ulaşımı sağlayacak alternatif güzergahlar belirlenerek aralarından orman ürünlerinin nakliyatında birim maliyeti en aza indiren ve ayrıca net karı maksimize eden güzergahlar sorgulanmıştır. Sistemin uygulamasında orman ürünlerinin sadece üretimin gerçekleştiği orman işletmesinin deposuna (depolarına) değil, aynı zamanda komşu işletmelerin orman depolarına nakliyatının gerçekleştirilme durumu da değerlendirilmiştir. Ayrıca, bazı nedenlerle nakliyatın riskli olduğu alanlarda bulunan yol seksiyonları ağ veri tabanında işaretlenerek (barrier) değerlendirme dışı bırakılmış ve böylece sadece en ekonomik ulaşımı sağlayan değil aynı zamanda güvenli güzergah araştırılmıştır.

Çalışma alanı Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Mustafakemalpaşa Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında Paşalar, Sarnış ve Turfal Orman İşletme Şefliklerinde yer almaktadır. Üretilen orman ürünlerinin (tomruk, maden direği, sanayi odunu vb.) miktarı ve rampa lokasyonları İşletme Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında toplam uzunluğu 519 km olarak bulunan yol ağının %70,71'inin orman yolu, %17,73'ünün asfalt kaplama yol ve %11,56'sının stabilize yol olduğu belirlenmiştir. Orman alanı sınırları içinde kalan toplam yol uzunluğu ise 13735 km olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre çalışma alanının tamamı için yol yoğunluğu 16,87 m/ha, olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında yer alan yol ağlarının durumu göz önüne alındığında, yolların %16,95'i iyi, %71,10'ü orta ve %11,95'i ise kötü olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanında beş adet orman deposu yer almaktadır. Depolardan biri Sarnış, üçü Paşalar ve beşincisi Turfal Orman İşletme Şefliğindedir. Bu depolara, çalışma alanındaki üç orman işletmesinde yayılış gösteren farklı sayıda rampalardan orman

ürünleri ulaştırılmaktadır. Sarnıç Orman İşletme Şefliğinde 13 rampa, Paşalar Orman İşletme Şefliğinde 13 rampa ve Turfal Orman İşletme Şefliğinde ise 15 rampa dikkate alınmıştır.

Çalışmada ilk olarak ağ analizi uygulamasında yakınlık analizi yöntemi kullanılarak, her bir orman işletme şefliği için orman ürünlerinin rampalardan orman deposuna (depolarına) en düşük nakliyat maliyeti ile ulaştıran optimum güzergah(lar) belirlenmiştir. Uygulama sırasında, nakliyatın riskli olduğu düşünülen alanlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Toplam nakliyat maliyetinin minimize edildiği bu aşamada toplam nakliyat maliyeti 88424,22 TL olarak hesaplanmıştır. Sınırları içinde daha fazla orman deposu içeren orman işletme şefliklerinde nakliyat maliyetinin önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir. Orman depolarının muhtemel üretim sahalarına veya rampalara mesafesinin nakliyat maliyetini yakından etkilediği görülmüştür. Ayrıca, taşınan ürün hacmi de nakliyat maliyeti üzerinde etkili olmuştur.

İkinci aşamada, orman ürünlerinin depolardaki ortalama satış fiyatları dikkate alınarak, net karı en yüksek güzergah ve orman deposu bulunmuştur. Toplam net kar üzerinde etkili faktörler olarak orman ürünlerinin hacimleri ve birim satış fiyatları belirlenmiştir. Bu aşamada hesaplanan toplam net kar değeri 7.525.311,95 TL'dir. Toplam net karın önemli bir bölümü tomruk üretiminden kaynaklanmıştır.

Son aşamada, çalışma alanındaki bütün orman depolarına nakliyat durumu göz önüne alınarak, minimum maliyete sahip güzergahlar ve maksimum net kara sahip güzergahlar yeniden değerlendirilmiştir. Bütün orman depoları değerlendirildiğinde toplam nakliyat maliyeti 88161,19 TL'ye düşmüştür. Ayrıca, orman ürünlerinin toplam nakliyat maliyet değerleri de düşüş göstermiştir. Toplam net kar değerleri karşılaştırıldığında, son aşamada net karın 21217,33 TL düştüğü görülmüştür. Bu durumun, risk taşıyan yolların bariyer uygulaması ile kapatılarak ağ analizinden elimine edilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen CBS tabanlı karar destek sistemi gerekli sayısal verilerin temin edilmesi durumunda, Türkiye genelinde uygulanabilecek özelliktedir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından sürdürülen orman alanlarımızın sayısal veri

tabanının geliştirilmesi çalışmaları kapsamında mevcut yol ağlarının tamamının sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılması ile diğer bazı modern yöntemler gibi CBS tabanlı yöntemlerin de ülkemizdeki ormancılık çalışmalarında daha yoğun kullanılmasına imkan sağlayacaktır.

Bu çalışma nakliyat maliyetinin en aza indirilmesi ve güvenle ana nakliyatın yürütülmesi konusunda ormancılık literatürüne yeni bir açılım getirecektir. Bu yaklaşımın uygulaması, ülke ormancılığının ilerlemesinde önem taşıyan modern planlama tekniklerinin kullanılmasına ve geliştirilmesine bir örnek teşkil edecektir.

Diğer taraftan çalışmada kullanılan yöntemin ileriye dönük olarak geliştirilme potansiyeli bulunmaktadır. Daha geniş kapsamlı bir araştırmada, maliyet analizi ve net kar hesaplamalarında üretim, bölmeden çıkarma ve yükleme aşamalarının maliyetlerinin de sisteme ilave edilmesi yerinde olacaktır. Her bir orman ürününün nakliyat maliyetinin ayrı ayrı hesaplanabilmesi için Network 2001 programı gibi ağ analizi tabanlı çalışan ve çok sayıda döngü noktasını ve linki dikkate alabilen programlar kullanılmalıdır.

Orman yolu standartlarının yükseltilmesinin nakliyat maliyeti üzerine muhtemel etkileri uzun süreli bir çalışma ile araştırılmalıdır. Bu kapsamda, orman ürünlerinin nakliyatında farklı kamyon tipleri ve boyutları değerlendirilerek, toplam nakliyat maliyeti üzerindeki etkileri incelenmelidir.

Ağ analizi yöntemi kullanılarak toplam nakliyat maliyeti dikkate alarak net karı maksimize eden nakliyat planlarının işletme müdürlüğü bazında değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla işletme müdürlüğünde tespit edilecek optimum lokasyonlara alternatif orman depolarının tesisinin etkileri araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Erdaş, O. Odun hammaddesi üretimi, bölmeden çıkarma ve taşıma safhalarında sistem seçimi, *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1986, 9 (1-2), 91.
- [2] Acar, H. H., Eroğlu, H. 2001. Orman yolları üzerinde odun hammaddesi nakliyatının planlanması. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 2001, 61.
- [3] Aykut T. Orman ürünlerinin taşınmasında mekanizasyon ve verimler, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği I. Ulusal Sempozyumu, 1985, Bolu, MPM 339, 130.
- [4] Acar, H. H. Artvin Orman İşletme Müdürlüğünde kamyonla nakliyat giderlerinin transport modeli ile minimize edilmesi. *Journal of Agriculture and Forestry*, 1998, 491.
- [5] Sessions, J., Chung W., Heinemann, H. R. New algorithms for solving large scale harvesting and transportation problems including environmental constraints. in Proc. of the FAO/ECE/ILO workshop on new trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in mountain forests, June 18-24, Ossiach, Austria. 2001.
- [6] Başkent, E. Z. *Yöneylem Araştırması, Modelleme ve Doğal Kaynak Uygulamaları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel yayın No: 218, Fakülte yayın No: 36. KTÜ Matbaası. Trabzon. 480 s. 2004.
- [7] Yıldırım, M., Engür, O. Ormanda Bölmeden Çıkarma. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1989, Seri B, 39 (4) , 84.
- [8] Akay, A. E., Yuksel, A., Reis, M., Tutus, A. The Impacts of Ground-based Logging Equipment on Forest Soil. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2007, 16(3), 371.
- [9] Yılmaz, M., Akay, A. E. Stand Damage of a Selection Cutting System in an Uneven Aged Mixed Forest of Çimendagi in Kahramanmaraş-Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2008, 2(1), 77.

- [10] Erdaş, O. Bölmeden çıkarma sırasında traktör kullanımının orman toprağının mekanik özelliklerine etkisi ve bunun biyolojik sonuçları. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry.*, 1993, 17, 1.
- [11] Öztürk, T., Akay, A. E. Tarım traktörlerinin orman ürünlerinin üretiminde kullanılmak üzere modifiye edilmesi. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler, 2007, 17-19 Ekim, İstanbul.
- [12] Acar, H. H., Eroğlu, H. Dağlık Arazide Üretilen İnce Çaplı Odunların Fiberglass Yöntemi ile Bölmeden Çıkarılması İmkanları Üzerine Bir Araştırma, KTÜ Araştırma Fonu Projesi, No: 22.113.001-2, Ocak. 2003.
- [13] Yenilmez, N. *Tomruk Üretiminde Optimum Boylama Metodunun Tek Ağaç Düzeyinde Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş. 126 s. 2010.
- [14] Erdaş, O. *Transport Tekniği*. KSÜ Rektörlüğü, Kahramanmaraş, Yayın No: 130/20 554s. . 2008.
- [15] Acar, H. H. Ünver, S. Odun Hammaddesi Üretiminde Teknik ve Çevresel Açından Zararların Tespiti ile Çözüm Önerileri. *ZKÜ Bartın Orman Fak. Dergisi*. 2004. 6(6), 165.
- [16] Akay, A. E. Determining Cost and Productivity of Using Animals in Forest Harvesting Operations, *Journal of Applied Sciences Research*, 2005, 1(2), 190.
- [17] Eroğlu, H., Özmen, T. Hayvan Gücü İle Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Verimlilik Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, 2010, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs, Artvin, 2, 55
- [18] Eker, M. Orman Transport Tekniği Ders Notları. Isparta. 61s. 2008.
- [19] Türk, Y. *Ormancılıkta Endüstriyel Odun Hammaddesinin Tarım Traktörleriyle Bölmeden Çıkarılmasında Sürütme Şeritlerinin Optimizasyonu*. Doktora Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi Trabzon. 145s. 2011.
- [20] Erdaş, O. *Orman Yolları*. Cilt I-II. K.T.Ü. Basımevi. Yayın No:187. Trabzon. 744 s. 1997.

- [21] Hasdemir, M., Demir, M. Türkiye’de Orman Yollarını Karayollarından Ayıran Özellikler ve Bu Yolların Sınıflandırılması. *İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B*, 2001, 50(2), 85.
- [22] Potocnic, I. The Multiple Use of Forest Roads and their Classification, Biotechnical Faculty, Department of Forestry, 1996, Ljubljna. Slovenia, 103.
- [23] Erdaş, O. Orman Yol Yapımında Bazı Teknik ve Yönetmel Sorunlar. *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1983, 6 (1), 102.
- [24] OGM, Faaliyet Raporu. Orman Genel Müdürlüğü. Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı. Ankara, 112, 2010.
- [25] OGM, 292 Sayılı Tebliğ, Orman Yollarının Planlanması, Yapımı ve Bakımı, TOKB Orman Genel Müdürlüğü, İnşaat ve İkmal Dairesi Başkanlığı, Ankara. 339 s. 2008.
- [26] Seçkin, Ö.B. Türkiye’de Orman Yol ve Şebeke Planlarının Düzenlenmesi ve Etüt Aplikasyonu. İstanbul Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi. Seri B*, 1984, 1:112-125.
- [27] Bilici, E. *Orman Yangın Emniyet Yolları ve Şeritleri ile Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu, Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 134 s. 2008.
- [28] Akay, A. E., Erdaş, O. Orman ürünlerinin nakliyatının planlanmasında ağ (Network) modeli yaklaşımı. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi- A-Serisi*, 2007, 57(2), 1.
- [29] Johnson, K. N., Stuart, T. W., Crim, S. A. FORPLAN Ver 2: Mathematical Programers Guide. USDA Forest Service. 124 pp. 1987.
- [30] USDA Forest Service, SPECTRUM: An analytical tool to support ecosystem management. Forest Service Research Reports. No: 234. 42 p. 1998.
- [31] Sessions, J., Sessions, J. B. SNAP II/III User's Guide. USDA Forest Service, Portland, OR. 120 p. 1993.

[32] Chung, W., Sessions, J. NETWORK 2001 - Transportation planning under multiple objectives. In: Proceedings, The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, WA, USA. 2001

[33] Yıldırım, V., Yomralıoğlu, T. Adres Bilgi Sistemi Tasarımı ve Ađ Analizi Uygulamaları, Türkiye Sekizinci Esri ve Erdas Kullanıcıları Grubu Toplantısı, 6-7 Haziran 2002, ODTÜ, Ankara. 2002.

[34] Akay, A.E., Şakar, D. Yangın Sahasına En Kısa Sürede Ulaşımı Sağlayan Optimum Güzergahın Belirlenmesinde CBS Tabanlı Karar Destekleme Sisteminin Kullanılması. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım. İzmir. 2009.

[35] Varol, T., Özel, H. B., Macarođlu, K. Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları (Yenihan Orman İşletme Şefliği Örnek Çalışması), 2010, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs, Artvin, 3, 1262.

[36] Akay, A. E., Şakar, D. CBS Tabanlı Karar Destekleme Sistemi İle Orman Ürünleri Nakliyatının Planlanması, 2010, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs, Artvin, 2, 504.

[37] URL 1, 2015. Bursa Orman Bölge Müdürlüğü. bursaobm.ogm.gov.tr Ziyaret tarihi: 22 Şubat, 2015.

[38] Akay, A.E., Erdaş, O., Karaş, İ.R. Sediment Üretimini En Aza İndiren Orman Yolu Güzergahının Seçiminde CBS ve Optimizasyon Tekniklerinin Kullanılması. 1.Uzaktan Algılama-CBS Çalıştayı, 27-29 Kasım, İTÜ, İstanbul. 2006.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, SOYADI : Hande Egemen SÜSLÜ
Doğum Tarihi ve Yeri : 05.09.1989 Niğde
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : hannde.89@hotmail.com

Öğrenim Durumu

<u>Derece</u>	<u>Alan</u>	<u>Üniversite adı</u>	<u>Mezuniyet yılı</u>
Lisans	Orman Mühendisliği	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2014