

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TONYA ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ YOL AĞININ PLANLAMA VE YAPIM
KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. Müh. İlhan KÖPRÜLÜ

OCAK 2020

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
İlhan KÖPRÜLÜ Tarafından Hazırlanan**

**TONYA ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ YOL AĞININ PLANLAMA VE YAPIM
KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 08/10/2019 gün ve 1822 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Metin TUNAY

Üye : Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ

Üye : Doç. Dr. Erhan ÇALIŞKAN



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

“Tonya Orman İşletme Şefliği Yol Ağının Planlama ve Yapım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi” adındaki bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Programında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmalarım sırasında yardımlarını hiç esirgemeyen, önerileriyle araştırmanın gelişimine yol gösteren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erhan ÇALIŞKAN hocama teşekkür ederim.

Bizlere bilgileri ile ışık tutmuş, tecrübeleriyle yön vermiş saygıdeğer Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Saliha ÜNVER OKAN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tüm eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, çalışmam süresince manevi desteğini daima hissettiğim sevgili aileme ve değerli arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İlhan KÖPRÜLÜ
TRABZON 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tonya Orman İşletme Şefliği Yol Ağının Planlama Ve Yapım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Erhan ÇALIŞKAN‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 02/03/2020

İlhan KÖPRÜLÜ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özeti.....	4
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	6
1.3. Orman Yolları	7
1.3.1. Ana Orman Yolları.....	8
1.3.2. Tali Orman Yolları.....	8
1.3.2.1. A Tipi Tali Orman Yolları.....	8
1.3.2.2. B Tipi Tali Orman Yolları.....	9
1.3.2.2.1. Standartları Yükseltilmiş B Tipi Tali Orman Yolları (SBT).....	10
1.3.2.2.2. Normal B Tipi Tali Orman Yolları (NBT)	10
1.3.2.2.3. Ekstrem B Tipi Tali Orman Yolları (EBT)	11
1.3.3. Traktör Yolları	11
1.3.3.1. Traktör Yollarında Eğimler	12
1.3.3.2. Traktör Yollarında Genişlik.....	12
1.3.4. Traktör Yollarında Yol Sathı.....	12
1.3.4.1. Traktör Yollarının Yapımında Arazi İncelemesi	13

1.4.	Üstyapı Malzemesi Türünden Orman Yolları	14
1.4.1.	Toprak Yollar.....	14
1.4.2.	Stabilize Yollar	15
1.4.3.	Asfalt Kaplamalı Yollar	16
1.4.4.	Beton Yollar	17
1.5.	Orman Yollarının Planlanması ve Düzenlenmesi.....	18
1.5.1.	Genel Orman Yol Ağları ve Planlanması.....	18
1.5.1.1.	Orman Yol Ağı Planlamada Etkili Faktörler	19
1.5.1.1.1.	Ormancılık Uygulamaları.....	19
1.5.1.1.2.	Ormancılık Çalışmalarında Kullanılan Teknoloji.....	19
1.5.1.1.3.	Ormanın Özellikleri	19
1.5.1.1.4.	Çevre Faktörleri	19
1.5.1.1.5.	Yollar İle İlgili Teknik Özellikler	19
1.5.1.1.6.	Orman Yollarının Sosyal Faaliyetleri	20
1.5.1.1.7.	Diğer Faktörler.....	20
1.5.1.2.	Orman Yol Ağlarının Planlanması ve Düzenlenmesi Sürecinde Uygulanacak Temel İlkeler	20
1.5.1.2.1.	Plan Ünitesi.....	20
1.5.1.2.2.	Ürünlerin Taşınma Yönünün Tespit Edilmesi.....	20
1.5.1.2.3.	Plan Yapımında Göz Önünde Tutulması Gereken Diğer Hususlar	21
1.5.1.2.4.	Orman Yollarının Yapımında Uygulanacak Eğimler	22
1.5.1.2.4.1.	Ortalama Eğim Hesabı	23
1.5.1.2.4.2.	Uygulanacak Asgari Lase ve Kurp Yarıçapları	24
1.5.1.2.4.3.	Yol Güzergâhlarının Tespiti ve Yol Yoğunluğu.....	24
1.5.1.2.4.4.	Orman Yollarının Olumsuz Etkileri.....	26
1.6.	Orman Yol Ağlarının Planlanması ile İlgili Esaslar	27

1.6.1.	Yol Yoğunluğu (D)	28
1.6.1.1.	Yol Aralığı (A).....	28
1.6.1.2.	İşletmeye Açma Yüzdesi (E).....	30
1.6.1.3.	Sürütme Mesafesi.....	31
1.6.1.4.	Optimal Yol Aralığının Belirlenmesi.....	32
1.7.	Orman Yol Ağlarının Projelendirilmesi	35
1.7.1.	Projelendirme Çalışmaları	36
1.7.2.	İlk Etütler	36
1.7.3.	Transport Sınırlarının Belirlenmesi	37
1.7.4.	Harita Üzerinde Geçkilerin Etüdü	37
1.7.5.	Geçkilerin Arazide Kontrolü	38
1.7.6.	Teknik Rapor	38
1.8.	Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	39
1.8.1.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar.....	40
1.8.2.	(CBS)'nin Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılma Olanakları ..	40
1.9.	Global Positioning System (GPS).....	41
2.	MATERYAL	43
2.1.	Çalışma Alanının Tanımı	43
2.2.	Çalışma Alanının Yetiştirme Ortamı ve Topoğrafik Özellikleri.....	44
2.3.	Arazi Çalışmalarında Elde Edilen Veriler	45
2.4.	Orman Yolu Planlamasında Kullanılan CBS Altlıkları	46
2.5.	Araştırmada Kullanılan Yazılım ve Donanımlar	47
3.	YÖNTEM.....	48
3.1.	Arazide Veri Toplama ve Değerlendirme	48
3.2.	CBS Altlıklarının Sayısal Olarak Hazırlanması ve Verilerin Düzenlenmesi	48

3.3.	Orman Yol Ağının Planlanması.....	49
3.4.	Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması	50
3.5.	Eğim, Bakı ve Yükseklik Haritalarının Oluşturulması	50
3.6.	Orman Fonksiyonları Haritası	51
3.7.	Orman Yolu Sanat Yapıları	51
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1.	Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması	53
4.2.	Sayısal Arazi Modeline Ait Bulgular ve Tartışılması	57
4.3.	Arazi Eğimine Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması	61
4.4.	Bakıya Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması.....	64
4.5.	Orman Fonksiyonlarına Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması	67
4.6.	Orman Yolu Sanat Yapılarına Ait Bulgular ve Tartışılması	69
4.7.	Tonya OİŞ'deki Mevcut Yolların Yasal Mevzuata Göre Analizi	72
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR		77
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

**TONYA ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ YOL AĞININ PLANLAMA VE YAPIM
KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

İlhan KÖPRÜLÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Erhan ÇALIŞKAN

2020, 96 (Tez Sayfası), 0 (Ek Sayfalar)

Bu çalışma Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde bulunan Tonya Orman İşletme Şefliğinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma ile araştırma alanında bulunan orman yol ağlarının hâlihazırda ki durumları ortaya konulmuş, ayrıca sahada yapılan arazi çalışmaları ile araştırma alanı içerisinde bulunan orman arazisi hakkındaki tüm veriler toplanmıştır. Araştırma sonucu elde edilen veriler ArcGIS programı ile analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Tonya Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan orman yollarının uzunluğu 138 +917 km'dir. İşletme Şefliği görev alanı içerisinde bulunan orman yol ağlarına ait elde edilen tüm veriler bilgisayara aktarılarak sayısal arazi modeli oluşturulmuştur.

Çalışma alanı içerisinde bulunan ormanlık alan 12435,1 ha olup, genel alanı 20309,5 ha' dır. Söz konusu araştırma alanında yol yoğunluğu ise % 0.87(14 m/ha) ve yol aralığı ise 714.28 m. olarak hesaplanmıştır. Bu oranın ülkemiz orman yol yoğunluğu ortalamasının altında olduğu gözlemlenmiştir. Bu düşünceler ışığında; ormancılık hizmetlerinde kullanılacak köy yolları da dikkate alınarak 27+046 km yeni yol planlanmıştır. Üst yapısı tamamlanmış orman yolu uzunluğu 106+724 km olarak belirlenmiştir. Mevcut yolların, sanat yapılarının bakım ve onarım çalışmaları ise belirli periyotlarla yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yolları, Yol Yoğunluğu, Yol aralığı, Sanat Yapıları, GIS

Master Thesis

SUMMARY

EVALUATION OF THE TONYA FOREST CHIEF OPERATING OFFICER'S
ROAD NETWORK IN TERMS OF PLANNING AND CONSTRUCTION CRITERIA

İlhan KÖPRÜLÜ

Karadeniz Technical University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Engineering Programme

Supervisor: Assoc. Prof. Erhan ÇALIŞKAN

2020, 96 (Pages), 0 (Appendix)

In this thesis; planing and contrustion criterias of road network by Tonya Forest Chief is taken into account. Forest road networks are the most important infrastructure facilities that enable forestry applications to be carried out. The vast majority of forests in our country are located in mountainous areas. Therefore, rational planning of forest roads is also of great importance in terms of modern forest management.

Forest road networks and forestry activities in the most effective way to implement the planned and completed forest roads expected basic functions can be considered as serving and ensuring its applicability to activities such as forest protection and afforestation, production of forest products, and fighting forest fires, and recreation for activities The longevity of the roads and the regular maintenance of the roads in the planning of the road networks in forests is one of the highlights.

The area designated for the research is Tonya Forest Management Directorate, which is under the Trabzon Forest Management Directorate, which is affiliated to Trabzon Forest Regional Directorate. The study revealed the current state of forest road networks in the field of research, in addition, all data about the forest land within the research area were collected through the field studies. The data obtained from the research were analyzed and evaluated by ArcGIS program.

Trabzon Forest Regional Directorate Trabzon Forest Management Directorate located within the boundaries of Tonya Forest Management Chiefdom the length of forest roads 138 + 917 km. All the data obtained from forest road networks within the field of business chief is transferred to the computer and a numerical land model has been created.

The area of woodland within the study area is 12435.1 ha and its overall area is 20309.5 ha. The road density is 0.87% (14 m/ha) and the road range is 714.28 m. is calculated as. It has been observed that this ratio is below the average forest road density in our country. In the light of these considerations, 27+046 km of new roads have been planned, taking into consideration the village roads to be used in forestry services. The length of the Forest Road, whose superstructure was completed, was determined to be 106+724 km. Maintenance and repair works of existing roads and art structures should be done with certain periods.

Keywords: Forest roads, road density, road spacing, art structures, GIS

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. A Tipi tali orman yolu	9
Şekil 2. Traktör yolu	12
Şekil 3. Orman yollarının enine kesit görünümleri(OGM, 2008)	13
Şekil 4. Toprak yol.....	15
Şekil 5. Stabilize yol	16
Şekil 6. İki yol arasındaki yatay uzaklık	29
Şekil 7. Yol aralığının belirlenmesi	29
Şekil 8. Bir yol şebekesi ile işletmeye açma yüzdesinin belirlenmesi.....	30
Şekil 9. Yamaçların birbirlerine paralel yollarla işletmeye açılması(OGM)	33
Şekil 10. Optimal yol yoğunluğunun belirlenmesi	34
Şekil 11. Bitişikteki derenin yukarısında yer alan ormanın işletmeye açılması.....	35
Şekil 12. Tonya orman işletme şefliğinin konumu	43
Şekil 13. Tonya orman işletme şefliği yol ağı planı	56
Şekil 14. Tonya orman işletme şefliği yol ağı planı	57
Şekil 15. Tonya orman işletme şefliği sayısal arazi modeli	58
Şekil 16. Tonya orman işletme şefliğinin arazi üzerindeki sınırları	60
Şekil 17. Tonya orman işletme şefliği eğim haritası	62
Şekil 18. Eğime göre orman yolu grafiksel dağılımı	63
Şekil 19. Tonya orman işletme şefliği bakı grupları haritası	65
Şekil 20. Bakıya göre orman yolu grafiksel dağılımı	66
Şekil 21. Tonya orman işletme şefliği orman fonksiyonları haritası	68
Şekil 22. Üst yapı 1	71
Şekil 23. Üst yapı 2	71
Şekil 24. Üst yapıda meydana gelen bozulmalar	72

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Orman yollarının geometrik standartları	7
Tablo 2. Ortalama meyil karşılığı hesaplanan pergel açıklığı	23
Tablo 3. Düzeltme katsayısı ortalama değerleri	32
Tablo 4. Tonya orman işletme şefliğinin servet durumu	44
Tablo 5. Tonya orman işletme şefliğinin artım durumu	45
Tablo 6. Tonya orman işletme şefliği sınırları içerisindeki yolların kilometre olarak özet durumu	46
Tablo 7. Mevcut orman yollarının km olarak özeti.....	53
Tablo 8. Tonya orman işletme şefliği orman durumu ve yol yoğunluğu cetveli.....	54
Tablo 9. Tonya orman işletme şefliği planlanan orman yolları.....	55
Tablo 10. Eğim gruplarının alanasal dağılımı.....	61
Tablo 11. Eğime göre orman yolu dağılımı.	63
Tablo 12. Çalışma gruplarının bakı gruplarına göre dağılımı.....	64
Tablo 13. Bakıya göre orman yolu dağılımı.....	66
Tablo 14. Tonya orman işletme şefliği planlanan üst yapı ve köprü durumu.....	69

SEMBOLLER DİZİNİ

h Tesviye Eğrileri Arasındaki Kot Farkı

x Pergel Açıklığı

P Eğim

G Orman Alanının Genişliği

V Yıllık Eta

Y Birim Hektarda Orman Alanına Düşen Yol Yapım ve Bakım Masrafı

Ms Sabit Sürütme Masrafı

Mv Değişken Sürütme Masrafı

R Kurp Yarıçapı

D Yol Yoğunluğu

A Yol Aralığı

E İşletmeye Açma Oranı

St Teorik Ortalama Sürütme Mesafesi

Sm Minimum Ortalama Sürütme Mesafesi

kt Düzeltme Katsayısı

Sg Fiili Sürütme

Ha Hektar

Km Kilometre

FAO Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

KGM Karayolları Genel Müdürlüğü

BŞB Büyükşehir Belediyesi

KTÜ Karadeniz Teknik Üniversitesi

OİŞ Orman İşletme Şefliği

1. GİRİŞ

İnsanların bir yerden başka bir yere gedebilmeleri, eşyanın ise bir yerden başka bir yere taşınabilmesi için ihtiyaç duyulan, ne kadar ilkel ve basit olursa olsun, mutlaka bir yoldur. Yol insanların ihtiyaç duyduğu ve insanlık tarihi başlarından itibaren insan hayatını kolaylaştıran bir araçtır. İnsanlar ihtiyaçları doğrultusunda, en eski taşıma aracı olarak kızıağın keşfi ile ilk yolları yapmış ve kullanmaya başlamışlardır. Ancak yol yapımı tekniğinde gerçekleşen en önemli gelişme M.Ö. 5000 yıllarında tekerleğin icadı ile başlamış olarak kabul edilir(Umar ve Yayla, 1986; Seçkin, 1984). İnsanoğlunun kullandığı yol ve taşıma araçları insanlığın gelişmesi ile gündelik hayat standartlarında meydana gelen yükselme ile birlikte benzer olarak gelişmiştir(Aykut, 1984). İnsanlığın gelişmesi ile diğer mühendislik yapılarında olduğu gibi yol yapımında da yapısal amaçlı genel ilke yapının fonksiyonuna bağlı, taşıtlardan doğacak statik ve dinamik etkiler ile diğer dış etkilere ayrıca yapıyı meydana getiren malzemenin fiziksel ve kimyasal niteliklerinden kaynaklanan iç etkilere karşılık, gerek kendi bünyesinde gerekse oturduğu doğal zeminde kalıcı deformasyonlar (bozulmalar) meydana getirmeden, yeterli güvenlik ve teknik özellikte ekonomik bir yol yapısının sağlanması olarak belirlenmiştir (Erdaş, 1980).

Orman yolları genel anlamda; ormanların işletmeye açılmasına hizmet eden, lastik tekerlekli araçların bütün yıl nakliyat yapmasına yönelik, orman içi ile orman dışı bağlantıyı sağlayan tek şeritli toprak yollar olarak tanımlanabilir (Gümüş, 2013). Orman yollarının tek şeritli olmasının ilk nedeni doğaya en az oranda müdahale etmektir. Çünkü orman yol ağları orman ekosistemi içerisinde yer almaktadır. Orman yollarında kullanılan yapı malzemesinin toprak olmasının nedeni ise doğal bir yapı niteliğinde olmasından orman yollarında kimyasal maddelerden oluşan asfalt malzemenin orman içinde kullanılmak istenmemesinden kaynaklanmaktadır.

Orman yol ağları; ormanları entansif olarak işletmek, ormanları oluşacak hastalık ve zararlarından korumak, meydana gelebilecek yangınları söndürmek, yeni ormanların yetiştirilmesi ve mevcut ormanların bakımını yapmak, orman alanı içinde yer alan köylerin yol ihtiyacını karşılamak amacıyla inşa edilmektedir.

Ormanlardan en uygun şekilde yaralanmayı sağlamak amacıyla, önceden belirlenecek hedefler doğrultusunda hazırlanan planlara uygun olarak ormanların işletmeye

açılması gerekir. Ormanların işletmeye açılması çalışmalarının temeli orman yollarıdır. Önceden belirlenen hedefler ulaşmak için ormanların mevcut fonksiyonlarına uygun olarak planlanan orman yol ağlarının yol yapım tekniğine uygun olarak tesis edilmesi, hedeflere ulaşma ve ekonomik kayıpların önüne geçmek için gereklidir (Eroğlu, 2003).

Bir orman alanı içerisinde yer alan orman yol geçkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmada birçok faktörün değerlendirilerek sonuçlandırılması gerekmektedir. Orman yol ağlarının planlanması aşamasında temel alınan faktörler olarak aşağıdaki faktörler sayılabilir:

1- Bölgede mevcut olan ormancılık çalışmaları (ormanların gençleştirilmesi, ağaçlandırması, yeni ormanların planlanması vb.),

2- Ormancılık çalışmalarında kullanılan mevcut teknolojilerde meydana gelen yeni gelişmeler (orman hava hatları ile bölmeden çıkarma, makineli ağaçlandırma çalışmaları vb.),

3- İşletmeye açılması planlanan ormanların meşcere hacimleri, ağaç türleri ve konumsal durumları,

4- Yol yapımı düşünülen arazi şartları ile jeolojik ve hidrojeolojik yapı gibi çevresel faktörler,

5- Ormanların işletmeye açılabilmesi için planlanan orman yollarının inşa ve bakım maliyetleri,

6- Planlanan alan içerisinde yer alan tarımsal çalışmalar ve kültürel aktiviteler gibi ormancılık faaliyetleri dışında kalan çalışmalar,

7- Planlanan alan içerisinde bulunan mülkiyet sorunları ve ülke politikaları gibi diğer harici faktörler.

Dünyadaki gelişmelere benzer olarak ülkemizde de son yıllarda kesilen ve taşınması gereken odun hacminde meydana gelen artış karşısında, söz konusu kesilen ve taşınması gereken odunların en hızlı şekilde satış depolarına ya da fabrikalara taşınması gerekmektedir. Söz konusu gereğin yerine getirilmesi için son teknoloji ile geliştirilen yeni ve güçlü taşıma araçlarına ihtiyaç duyulduğu kadar bu araçların güvenli bir şekilde taşınmayı sağlayabilmesi için nitelikli yollara ihtiyaç duyulmaktadır (Aykut, 1976).

Yolu yapan ve işletenlerin aşağıdaki özellikleri göz önünde bulundurularak yol yapımını gerçekleştirmeleri ve uzun süre korumaları gerekmektedir (Umar ve Açar, 1985);

-Araç sürücüsü fren kullanımına ihtiyaç duyduğu ve kullandığı zaman, yol yüzeyi ile aracın tekerleği ile arasında, havanın yağışlı olduğu durumlarda dahi, güvenli bir duruş için büyük bir aderans sağlanmalıdır.

-Araç sürücüsü yolda yer alan bir virajı dönerken, yolun enine reaksiyonları, aracı belirli bir çizgide hareket etmesini sağlamalıdır.

-Yol zeminin düzgün olması, çukur veya kasis olmaması gerekmektedir. Yol zemininde bulunan çukur ve kasisler aracın sarsılmasına neden olur. Oluşabilecek sarsıntı taşınan eşya veya yolcular için sakınca oluşturabileceği gibi aynı sakınca araçlar içinde geçerlidir.

-Yolun zemini yeterince sağlam olmalıdır. Yol yaşanabilecek trafik ile araçların gerçekleştirecekleri frenleme ve dönüş etkisi, ayrıca taşınan yük altında aynı kalitede kalarak uzun yıllar kullanılmalıdır.

-Yol üstyapısının inşasında kullanılan malzeme ekonomik olarak uygun olmalı, yolun bakım ve onarımı veya yenilenmesinde büyük masraflar gerektirmemelidir.

İnşa edilen yolda araçların en güvenli şekilde ve konforlu olarak seyahat edebilmeleri ve yukarıda açıklanan koşulların sağlanabilmesi için yol yüzeyinin geçirimsiz olması, belirli bir pürüzlülüğe sahip bulunması ayrıca enine ve boyuna profilinin sürekli olarak düzgün kalabilmesi gereklidir (Umar ve Ağar, 1985).

Orman yol ağlarının planlanması için yapılan çalışmalar, ormanın mevcut yapısı ile coğrafik özellikleri, sosyal faktörleri ve teknik sınırlamaları nedeniyle birçok faktörün etkisi altında yapılmaktadır. Sayılan bu faktörlerin tamamının etkisinin gözlenerek orman yol ağları için en uygun planın hazırlanması çok uzun bir süreç ve ağır bir çalışma gerektirmektedir.

Ormanların uygun yollarla bir ağ halinde kaplanması; başta orman ürünlerinin minimum seviyede kalite ve miktar kaybına uğramadan ekonomik ve zamanında taşınmasını sağlayacağı gibi koruma, ağaçlandırma, gençleştirme ve diğer ormancılık hizmetlerinin sağlıklı bir şekilde yürütmesini de sağlayacaktır. Bu nedenle orman içerisinde gerçekleştirilen bu pahalı ve elzem yatırımın dikkatli bir planlama ve projelendirme aşamalarından geçirilmesi gerekmektedir. Bundan sonra yapım ve proje bazında kontrol işlerinin yapılması gerekir.

Bu çalışmada Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olan Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Tonya Orman İşletme Şefliği mevcut yol ağının planlama ve yapım kriterleri açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. İşletmenin

genel sahası içerisinde mevcut yolların ve sanat yapılarının durumları, yeni yol ihtiyacı, yol durumuna göre alınması gereken tedbirler gibi alansal çalışmalar yapılmıştır.

1.1. Literatür Özeti

Tavşanoğlu (1955), orman yollarının planlanması, yapımı ve bakımı hakkında temel bilgileri sunmuştur. Bayoğlu (1996), orman transport planlamasının ormanların işletmeye açılmasındaki öneminden ve bu planların yapımından bahsetmiştir. Ormanların işletmeye açılmasında yararlanılan en önemli altyapı tesisinin orman yolu olduğunu ve yapılacak olan transport planlarında orman yollarının dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

Orman yolları planlanırken alan içindeki etkinlik performanslarını artırıcı şekilde planlanmalıdır. Yol ağları planlanırken trafik yoğunluğunu ve araç genişlik-uzunluklarını taşıyacak kapasitede olmasına dikkat edilmelidir. Optimum yol ağları oluşturulurken yapım, taşıma, bakım, onarım maliyetlerinin en alt seviyede tutulmasına özen gösterilmelidir. Çalışma alanlarında uygulanacak olan silvikültür, koruma ve amenajman çalışmaları orman yol ağ planlamasına bağlıdır. Bu sebeplerden dolayı sistematik şekilde planlanmış yol ağları orman varlığımızın güvencesi durumundadır.

Aykut (1976), ülkemizde kesilen ve taşınması gereken odun miktarındaki artış karşısında, ürünlerin en hızlı şekilde satış depolarına taşınmasının gerekliliği vurgulamış, bu gerekliliği gerçekleştirmek için yeni yollara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir.

Balcı (1996), ormanlarda yapılan hasat ve bölmeden çıkarma işlerinden sonra istif yerlerinden tomruk ve diğer odun ürünlerinin taşınması için orman yollarının yapılmasına gerek duyulduğunu ifade etmiştir.

Şentürk, “Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları” adlı çalışmasında, orman yolu projelerinin söz konusu olan güzergâh planı, boy kesit ve en kesitlerinin hazırlanması ve çizimi, kazı ve dolgu alanlarının hesaplanması klasik yöntemle ve bilgisayar ortamında olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır. Bu iki yöntemle bulunan sonuçlar ve maliyetler karşılaştırılmıştır (Şentürk, 1992).

Bayoğlu (1997), orman yollarını devamlı kullanılabilmek için bakım ve onarım çalışmalarının belirli zaman aralıkları ile sürekli olarak yapılması gerektiğini bildirmiştir. Bir orman yolu ne kadar iyi yapılmış olursa olsun bakım ve onarım çalışmaları yapılmadığı takdirde zamanla kullanılamaz bir hal alacaktır. Erdaş (1997), orman yolunun planlanması, projelendirilmesi, yapımı, teknik özellikleri, orman yollarının bakımı ve onarımı, yol

yapım maliyetleri ve orman yollarında kullanılan sanat yapıları ve bunların teknik özellikleri hakkında bilgiler vermiştir.

Görcelioğlu (2004), orman yol ağ planlanmasının genel ilkelerinden, dağlık arazideki ormancılık ve ekoloji üzerindeki öneminden bahsetmiştir. Tunay ve Melemez (2004), yapmış oldukları çalışmada; orman yollarının kendilerinden beklenen görevleri dört mevsim yerine getirebilmeleri için uygun bir üst yapıya sahip olmaları gerektiğini, bu nedenle mevcut orman yollarının ivedilikle bir üst yapıya kavuşturulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bir orman yolu ağı, orman alanlarının işletmeye açılması ve bu alanlarının Ülke ekonomisiyle bütünleştirilmesi için uzun vadede alternatifi olmayan tek çözümdür (Görcelioğlu, 2004; Demir, 2007).

Tunay ve Melemez (2004a), yapmış oldukları çalışmada; orman yollarının kendilerinden beklenen görevleri dört mevsim yerine getirebilmeleri için uygun bir üst yapıya sahip olmaları gerektiğini bu nedenle mevcut orman yollarının ivedilikle bir üst yapıya kavuşturulması gerektiğini belirtmişlerdir.

Orman yolları; ormanları entansif olarak işletmek, ormanları hastalık ve zararlılardan korumak, yangınları söndürmek, orman yetiştirme ve bakım çalışmalarını yapmak, orman içinde yaşayan köylerin yol ihtiyacını karşılamak vb. amaçlarla yapılmaktadır (Gümüş, 2003).

Ryan vd. (2004), yol standardının yükseltilmesinin odun hammaddesi taşımacılığı yönünden önemli bir operasyon olduğunu ve bu operasyonun amacının standardın altında bulunan mevcut orman yolunu standart hale getirmek olduğunu bunun içinde yolların genişletilmesi, üst yapıya kavuşturulması ve drenaj sistemlerinin kurulmasıyla yolların daha iyi duruma geleceğini belirtmişlerdir.

Akay vd. (2007a), orman ekolojisine zarar veren unsurlardan birisinin orman yollarının yetersiz ve hatalı planlamaları sonucunda akarsulara taşıdığı sediment olduğunu belirtmiştir.

Akay vd. (2007b), yol eğim faktörü ile yüzey kaplaması faktörü arasında da zıt bir ilişki olduğunu ve bazı yol inşası uygulamalarında, yol eğiminin artması ile kaplama malzemesinin kalitesinin de yükseldiğini belirtmişlerdir.

Orman yolları, kuşkusuz ormancılık hizmetleri için gerekli olan ormancılık alt yapısının temel tesisini oluşturan, ancak orman ekosistemi üzerinde ise kalıcı zararlara neden olabilen kompleks ve pahalı mühendislik yapılarıdır. Bununla birlikte, klasik

ormancılık anlayışının tersine, ormanlardan odun üretimi amaçlı yararlanma çerçevesinde dahi orman yol ağları ile işletmeye açma düşüncesi; ormanlardan sürekli yararlanmayı sağlayacak şekilde özellikle orman ekosistemini, orman peyzajını ve kısaca ekolojiyi gözeterek teknolojik bir çözümle uygulanmalıdır (Çalışkan ve Çağlar, 2010).

Orman yolları; ormancılık hizmetlerini gerçekleştirmek için orman içinde inşa edilen genellikle tek şeritli ve ekonomik toprak yapıdaki yollardır. (Acar, 2005). Orman yolları; ormanların ekonomik, kültürel ve sosyal fonksiyonlarının yerine getirilmesi için kullanılan ve inşa edilen yüksek maliyetli alt yapı tesisleridir (Karabacak, 2010).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olan Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Tonya Orman İşletme Şefliği mevcut yol ağının planlama ve yapım kriterleri açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. İşletmenin genel sahası içerisinde mevcut yolların ve sanat yapılarının durumları, yeni yol ihtiyacı, yol durumuna göre alınması gereken tedbirler gibi alansal çalışmalar yapılmıştır. Gerekli belge ve haritalar temin edilerek bunlarla beraber araziye çıkılmış ve tüm mevcut yollar incelenmiştir. Bu incelemede ilgili yolların; GPS, taşınabilir bilgisayar, klizimetre, şerit metre ile gerekli ölçümleri yapılmış, kurp ve laselerin çapları, yolların genişliği, hendek durumları, üst yapı durumu (Ham Yol, Stabilize, Asfalt Kaplama), yamaç meyilleri, zemin klasları ile üst yapı malzemesi olabilecek ocak yerleri belirlenmiştir.

CBS yazılımları kullanılarak oluşturulan üç boyutlu arazi modelleri, eğim haritaları ve uydu görüntüleri üzerinde yeni yol güzergâhları incelenmiş, arazide de durumları bakılarak yeni yolların güzergâhlarına karar verilmiştir.

Tonya Orman İşletme Şefliği Orman Yol Ağı Planı, 292 Sayılı Tebliğ esas alınarak, tüm ormancılık hizmetlerine ve orman alanlarının fonksiyonel plan amaçlarına cevap verebilecek şekilde yeniden hazırlanması amacı ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

GENEL KISIMLAR

1.3. Orman Yolları

Orman yolları, üzerinden bir yıllık sürede taşınabilecek ürün miktarı, yolların yapılış amaçları ile trafik yoğunluğu ve araçların tonajları dikkate alınarak üç ana gruba ayrılmıştır. Bu yollar:

- 1- Ana orman yolları,
- 2- Tali orman yolları,
 - 2.1- A tipi orman yolları,
 - 2.2- B tipi orman yolları,
 - 2.2.1- Standartları yükseltilmiş B-tipi tali orman yolları (SBT),
 - 2.2.2- Normal B- tipi tali orman yolları (NBT),
 - 2.2.3- Ekstrem B- tipi tali orman yolları (EBT),
- 3- Traktör yolları (Sürütme yolları),

Bu 3 tip yolun konumları ve geometrik standartları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (OGM, 2008).

Tablo 1. Orman yollarının geometrik standartları

YOLUN TİPİ	BİRİMİ	ANA ORMAN YOLU	TALİ ORMAN YOLU			TRAKTÖR YOLU	
			A- TİPİ	B- TİPİ			
				SBT	NBT		EBT
Platform genişliği	m	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	adet	2	1	1	1	1	1
Azami eğim	%	8	10	9	12	12	20

Tablo 1'in devamı

Asgari kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Hendek genişliği	m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	-
Üst yapı genişliği	m	6	5	3	3	3	-
Köprü genişliği	m	7+(2x0,6)	6+(2x0,6)	5+(2x0,6)	-	4+(2x0,6)	-

SBT : Standartları yükseltilmiş B tipi tali orman yolları

NBT : Normal B tipi tali orman yolları

EBT : Ekstrem B tipi tali orman yolları

1.3.1. Ana Orman Yolları

Ana orman yolları trafiğe uygun platform genişliği ile hendek genişliği Tablo 1'de gösterilen, toplam genişliği 8 metre olan ve ana dereleri takip edecek şekilde inşa edilen yollardır. Bu genişlikte bir yolun yapılabilmesi için Orman Genel Müdürlüğünden özel izin alınması gerekmekte ayrıca söz konusu yollarda bir yıllık süre içerisinde üzerinden kaçınacak ürün miktarının 50.000 m^3 ten fazla olması beklenmektedir. Ana orman yollarının üst yapı genişliği 6 m ve minimum kurp yarıçapının 50 m ayrıca maksimum eğimi %8 olmalı ve söz konusu yollara standart trafik işaretlerinin konulması zorunludur (OGM, 2008).

1.3.2. Tali Orman Yolları

1.3.2.1. A Tipi Tali Orman Yolları

Orman yol ağlarından biri olan A tipi tali orman yolları: Platform genişliği ile hendek genişliği Tablo 1'de belirtildiği üzere toplam genişliğinin 7 m olan ana dere yolları olarak tanımlanabilir. A tipi tali orman yolu inşa edebilmek için Orman Genel Müdürlüğünden özel izin alınması gerekmekte ve söz konusu yol üzerinden bir yıllık süre içerisinde taşınacak ürün miktarının $25.000-50.000 \text{ m}^3$ arasında olması beklenmektedir. A tipi tali

orman yollarının üstyapı genişliği 5 m ve minimum kurp yarıçapı 35 m ayrıca maksimum eğimi %10 olmalıdır (OGM, 2008).



Şekil 1. A Tipi tali orman yolu

1.3.2.2. B Tipi Tali Orman Yolları

B tipi tali orman yollarının trafiği uygun platform genişliği ile hendek genişliği Tablo 1’de gösterildiği üzere toplam genişliği 3,5-6 m arasında olan, dereleri ve yamaçları takip eden yollar olarak tanımlanabilir. B tipi tali orman yolları üzerinden bir yıllık süre içerisinde taşınacak ürün miktarının 25.000 m³’ten az olmalıdır.

- a.) Üretimin ve nakliyatın gerçekleştirileceği mevsim,
- b.) Taşınacak ürünün türü,
- c.) Arazinin yapısı,

gibi faktörler dikkate alınmak suretiyle orman yollarının tamamının veya bir bölümünün 3-4 m genişliğinde üstyapı malzemesi ile kaplanması gerekmektedir. Orman yolunun asgari kurp yarıçapı 12 m ve prensip olarak normal eğim olan %9 eğim ile inşa edilecekse, kısa mesafelerde uygulanmak şartı ile azami eğim %12 olacaktır. Ters taşımada ise eğim 1.000 m’ ye kadar %9, 1.000 m’ den daha uzun mesafelerde %7 olacaktır. Ayrıca %75’ in

üzerinde olan arazi yamaç meylinde uzak mesafenin som ve sert kaya olması durumunda, böyle kısımlarda yol platformunun genişliğinin 3 m ve hendek genişliğinin 0,50 m olacak şekilde B tipi tali orman yolunun toplam genişliği 3,5 m olmalıdır (OGM, 2008).

Genel tarifi yukarıda yapılan ve orman yol ağlarının büyük bölümünü oluşturan B tipi tali orman yolları;

- Arazinin topografik yapısı,
- Ormancılık faaliyetlerinin yoğunluğu ve önceliği,
- İş merkezleri,
- Trafik yoğunluğu gibi etkenler, dikkate alınarak üç alt gruba ayrılmıştır (OGM, 2008).

Bunlar;

- 1- Standartları yükseltilmiş B tipi tali orman yolları (SBT)
- 2- Normal B tipi tali orman yolları (NBT)
- 3- Ekstrem B tipi tali orman yolları (EBT)

1.3.2.2.1. Standartları Yükseltilmiş B Tipi Tali Orman Yolları (SBT)

Standartları yükseltilmiş B tipi tali orman yolları, ormanlık alanlar içerisinde ulaşımı sağlayan, treylerlerin ağır iş makinelerini manevra yapmaksızın ormanlık alan içerisinde güvenle taşıyabileceği yollardır. Söz konusu yolların platform ve hendek genişliğinin Tablo 1’ de belirtildiği şekilde ve toplam genişliğinin 6 m olduğu, maksimum eğimi %9, minimum kurp yarıçapı 20 m ve laseleri uygun olan, asgari görüş mesafesi 20-30 m olan sanat yapısı ile üstyapı yapılması öncelikli yollardır.

1.3.2.2.2. Normal B Tipi Tali Orman Yolları (NBT)

Normal B tipi tali orman yollarında platform genişliği 4 m ve hendek genişliği 1 m olmak üzere toplam 5 m genişliğinde olan, maksimum eğimi genelde %9 ancak nadir olarak da eğimin %12 olabildiği, kurp ve lase asgari yarıçapı 12 m olan yollardır. Söz konusu yollar ormanların geneline ulaşımı sağlayan yollardır ve bu yollar normal topografik yapı ve arazi şartlarında uygulanır.

1.3.2.2.3. Ekstrem B Tipi Tali Orman Yolları (EBT)

Ekstrem B tipi tali orman yolları, ormanlık alanda çok zor arazi şartlarının bulunduğu veya orman zonundan dağ zonuna yaklaşıldığında ucu kör yollar ile çok dik yamaçlar ve som kayalıkların bulunduğu alanlarda kısa mesafede uygulanabilecek yollardır. Bu yolların platform genişliği 3 m ve hendek genişliği 0,50 m, toplam genişliği 3,50 m olan, maksimum eğim kısa mesafelerde %12 olabilmektedir.

1.3.3. Traktör Yolları

Traktör yolları mekanizasyon uygulaması başlamamış olan, orman alanı içerisinde yer alan üretim alanlarında sürütülerek dere içlerinde belirli bir rampada toplanan ürünlerin orman alanı içerisindeki mevcut orman yolları ile sürütülmesinin olanaksız olması durumunda, sadece bu ürünleri almak amacıyla yapılan geçici yollar olarak tanımlanabilir (OGM, 2008).

Traktör yollarının genel ilkeleri aşağıdaki gibidir:

- 1- Traktör yolları, mevcut olan orman yol ağı ile uyumlu olmalıdır.
- 2- Traktör yolları, mevcut bulunun orman yol ağı ile ulaşımın mümkün olmadığı ve mekanizasyonun uygulanamadığı dere içi veya çözüm bulunamayan benzeri alanlarda biriken orman ürünlerinin en yakın standart orman yoluna veya rampaya kadar taşınması için yapılmaktadır.
- 3- Traktör yollarının yerleri ve güzergâhları; yolun uzun süre kullanımına uygun, bozulmaları önleyecek ve üretim alanında üretilen ürünlerin taşınması sırasında oluşabilecek sorunları çözecek nitelikte olmalıdır. İşletme şefi ve bir teknik elemanla birlikte tespit edilerek, bir konum planı ve gerekçe raporu düzenlenecek, İşletme Şefliğinin teklifi ve İşletme Müdürlüğünün uygun görüşleri ve Bölge Müdürlüğünün onayı ile uygulanmaktadır (OGM, 2008).



Şekil 2. Traktör yolu

1.3.3.1. Traktör Yollarında Eğimler

Traktör yollarda kullanılacak eğimler; iniş aşağı nakliyatta azami eğim %16, çözüm bulunmasının mümkün olmadığı nadir durumlarda %20 ve yokuş yukarı nakliyatta %12 olmalıdır. Belirtilen eğimler hiçbir şekilde aşılmamalıdır.

1.3.3.2. Traktör Yollarında Genişlik

Traktör yollarının platform genişliği Tablo 1' de de belirtildiği gibi 3,5 m olmalıdır.

1.3.4. Traktör Yollarında Yol Sathı

Traktör yollarında yolun platformunun dere tarafı %2-3 eğimli olarak yapılmalıdır.

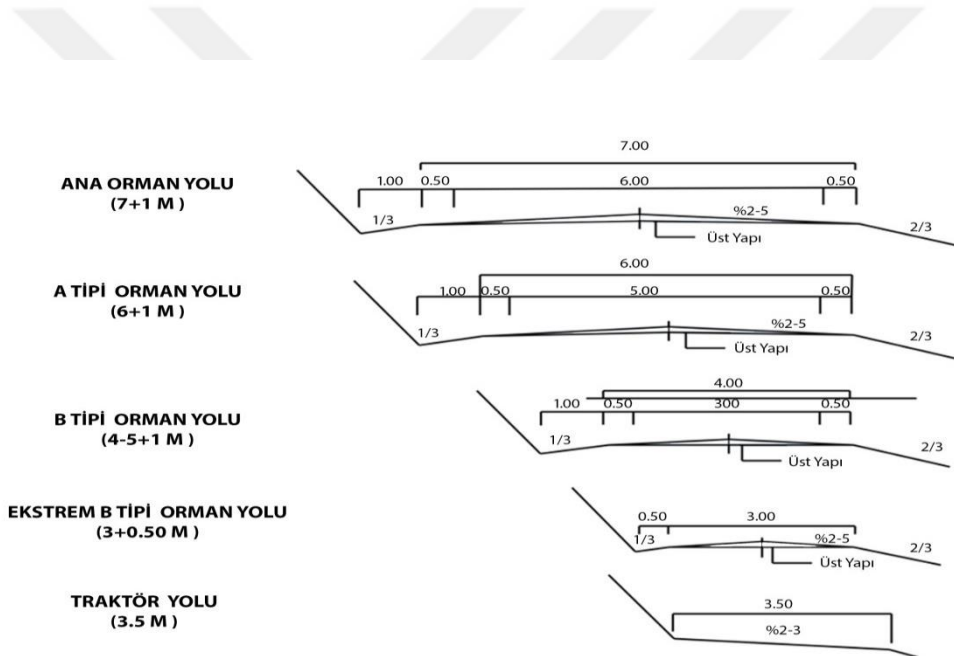
Traktör yollarında uygulanan eğimler normal eğimlerden fazla olduğu için yüksek erozyona maruz kalması muhtemeldir. Bu nedenle traktör yolunda gerçekleştirilen ürün nakliyatından sonra her 40 m' de bir doğal açık kasis yapılmalı ayrıca bir zorunluluk olmaması durumunda sanat yapısı yapılmamalıdır.

Traktör yollarında yolun uzunluğu en fazla 1.000 Km, yolun minimum kurp yarıçapı 8 m olmalı ayrıca traktör yollarına üstyapı yapılmamalıdır.

1.3.4.1. Traktör Yollarının Yapımında Arazi İncelemesi

Traktör yollarının yapımında arazi incelemesi aşağıdaki unsurları kapsar.

- 1- Araziye ait etüt karnesi ve yaklaşık maliyete esas metraj cetveli
- 2- Gereke rapor
- 3- Yapılacak yola ilişkin proje ve yaklaşık maliyet hesabı
- 4- Kroki



Şekil 3. Orman yollarının enine kesit görünüşleri(OGM, 2008)

Planlı dönem öncesi 20 691 km orman yolu yapılmıştır. 1963-1984 yılları arasında 79 047 km orman yolu yapılmıştır. Diğer bir ifade ile planlamaya başlanan dönemde her yıl ortalama 3500-4000 km arasında orman yolu yapılmıştır. Bu çalışmalar 1984 yılına kadar devam etmiştir. 1984 yılı ile 1992 yılları arasında orman bakanlığı kapatılmıştır. Bu nedenle Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde yol yapım faaliyetleri aksamıştır. Ancak Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ortak çalışmaları ile 1991 yılına kadar 116646 km orman yolu inşa edilmiştir.

2012 yılı itibariyle her türlü ormancılık faaliyetinin gerçekleştirilmesi için planan orman yolu miktarı her sene revize edilmektedir. Bu hedefler, 2012 yılında 144425 km, 2013 yılında 281000, 2014 yılında 282000, 2015 ve 2016 yılında 287526 km, 2017 yılında 302000 km ve 2018 yılında 307000 km olarak revize edilmiştir. Bu revize işlemlerinde ormancılık faaliyetleri için gerçekleştirilen köy yolları da dahil edilmektedir.

2011 yılı itibariyle her yıl ortalama 1866 km yeni orman yolu yapılmaktadır. Yangın emniyet yolları, kule yolları, traktör yolları, depo yolları dahil edildiğinde her yıl ortama 2880 km orman yolu inşa edilmektedir. Bu orman yollarının inşasının yanında orman yolu için büyük onarım, üst yapı inşası, hidrolik sanat yapıları ve köprülerin inşası devam etmektedir.

1.4. Üstyapı Malzemesi Türünden Orman Yolları

Türkiye’de orman yollarının yapımında üstyapı malzemesi olarak kullanılan malzemenin türü yönünden orman yolları;

- 1- Toprak yollar
 - 2- Stabilize yollar
 - 3- Asfalt kaplamalı yollar
 - 4- Beton yollar
- Olmak üzere 4 tanedir.

1.4.1. Toprak Yollar

Toprak yollar orman yollarının yapımında üstyapı malzemesi olarak toprağın kullanılması ile inşa edilir. Toprak yollar temel tipte yani en düşük seviyede olan yolları ifade eder. Orman yol ağı içerisinde yer alan orman yolunun taşımacılık faaliyetinde önemli bir yere sahip olmaması durumunda yolun tesviye yüzeyi doğrudan platform olarak kullanılıyor ise bu yol toprak(ham) yol olarak kabul edilmelidir. Bu tür bir toprak yolun inşası için gerekli ilk koşul yolun zemininin yeterli oranda taşıma yeteneğine sahip olması ve stabilite göstermesidir.

Toprak yolların inşasının ucuz olması ve kısa sürmesi bu yolların en pozitif yönüdür. Ancak bu yollarda gerçekleştirilecek taşıma işleminin kuru periyotlarda yapılmasının

zorunluluğu yolların negatif yönü olarak kabul edilmektedir. Meteorolojik olaylardan olan yağışlardan en az kumlu-çakıllı topraklar en fazla ise siltli topraklar etkilenir. Toprak yollar inşa edildikten sonra yolun yeterince oturması için en az bir yıl kullanılmamalı ve bu süre içerisinde yol üzerinde taşıma yapılmamalıdır. Toprak yolun kullanıma açılmasından itibaren öncelikle yalnız kuru havalarda ve lastik tekerlekli araçlarla ulaşım sağlanması gerekmektedir. Ayrıca toprak yolların erozyona neden olmasından dolayı teraslarının düz ve eğimlerinin az olmalıdır. Söz konusu yollarda suların akıtılması için yola bombe verilmeli ya da yola kenar hendekleri mutlaka inşa edilmelidir (Erdaş, 1997).



Şekil 4. Toprak yol

1.4.2. Stabilize Yollar

Doğal olarak mutlak stabil bir zemin yoktur. Bu nedenle orman yol zeminleri doğaya açık yapısı ile başta iklim olmak üzere birçok faktörden kolayca etkilenebilir. Stabilizasyon ise stabil halde bulunmayan yol zeminlerinin mekanik zorlamalara ve iklim koşullarına karşı direncinin artırılmasıdır (Erdaş, 1997).

Stabilizasyon metotlarından amaç, öncelikli olarak zeminin direncini yükseltmektir. Zeminin direnci kohezyon yani zeminde yer alan kil minerallerinin bir özelliği ile zeminde

bulunan su miktarının azaltılması, zeminin kurutulması ve özgül ağırlığının artması-sıkıştırma yolu ile artırılabilirken sürtünme yani zeminin sıkıştırılması, tane dağılım eğrisinin düzeltilmesi ve stabilize maddelerin katılması ile de direnç oranı yükseltilebilir.



Şekil 5. Stabilize yol

1.4.3. Asfalt Kaplamalı Yollar

Ülkemizde çeşitli ihtiyaçlar için orman yolları yapılmaktadır. Orman yolları yapılırken ihtiyaçların yanı sıra çeşitli etmenler de orman yollarının hangi şekilde yapılacağı konusunda dikkat edilen ve göz önünde bulundurulmuş koşullardandır.

Öncelikle yoğun trafiğin bulunduğu yollarda, yolun temel tabakasının korunması ve direncinin artırılması gerekmektedir. Yolun temel tabakasının yağmur ve diğer suların etkilerinden, özellikle tabakanın yatay kesme kuvvetlerinin etkilerine karşı korunması ve yolun direnç düzeyinin artırılması için temel tabaka genellikle hidrokarbonlu karışımlardan oluşan bir malzeme ile kaplanır. Yolun temel tabakası üzerine uygulanan asıl kaplama tabakasının içerisinde hidrokarbonlu bağlayıcıların kullanıldığı, genellikle bir kaplama tabakasında hidrokarbonlu yüzey kaplaması, iki tabaka halinde hidrokarbonlu yüzey kaplama ve asfalt betonu gibi değişik türlerde inşa edilen yollar asfalt kaplamalı yollar

olarak tanımlanmaktadır. Yolun temel tabakası üzerine uygulanan kaplama tabakasının ince olması durumunda kaplama tabakası yol gövdesi içerisinde sayılmaz. Ancak kaplama tabakasının kalın olması durumunda kaplama tabakası yolun temel tabakasını pekiştirir ve temel tabakanın olumsuz sarkılardan korunmasının yanında yol direncinin artmasını sağlamaktadır (Erdaş, 1997).

Asfalt kaplama tabakasında tekerleğin gezeceği üst kısmına aşınma tabakası, temel komşu olan alt kısmına ise bağlantı tabakası veya binder denir. Kplama tabakasının üzerine oturtulduğu tabakalar stabilize yol gövdesi ve taş yol gövdesi olarak 2 değişik şekilde inşa edilebilir. Çoğunlukla stabilize yol gövdesi üzerine kaplama tabakasının inşa edilmesiyle oluşturulan asfalt kaplamalı yolların yapımında oldukça dikkatli olma zorunluluğu vardır (Erdaş, 1997).

1.4.4. Beton Yollar

Ülkemiz ormanlarında pek fazla kullanılmayan beton yollar, yolun zemini ve alt temel tabakası üzerine hazırlanan beton malzemenin dökülmesi ve tesviye edilerek inşa edilmektedir. Yol zemininde meydana gelebilecek çökmelerin yok edilmesi ve zeminin taşıma gücünün artırılması için yapılacak zemin sıkıştırmasının en ince şekilde hesaplanması gerekmektedir. Yol zemininde yapılacak fazla sıkıştırma yolda dağılmalara neden olabilir. Yolun zemininde oluşabilecek olumsuzluklara karşı genellikle beton dökümü öncesinde alt temel tabaka oluşturulur. Alt temel tabakada konkasörle kırılmış yarı sert kaya veya balast malzemesi kullanılmaktadır. Alt temel tabakada kullanılan malzemenin suya duyarlı olmaması gerekirken yine malzemenin en iyi şekilde sıkıştırılmalıdır. Kullanılan malzemenin kumlu olması durumunda vibrasyonlu silindir kullanılmalıdır. Şartların gerektirmesi durumunda alt temel tabaka oluşturulurken çimento ve bitüm stabilizasyonu da uygulanabilir (Erdaş, 1997).

Yol inşasında kullanılacak betonun hazırlanmasında kullanılan kuru elemanlarının karıştırılması işlemi süreksiz çalışan dozaj merkezlerinde yapılmaktadır. Genellikle bu merkezlerde hazırlanan taze beton işyerlerine taşınır. Ancak bazı durumlarda beton hareketli betoniyerlerle işyerinde de hazırlanabilir. Söz konusu işlemde kuru karışım ise kamyonlarla dozaj merkezlerinden işyerlerine ki betoniyerlere taşınır ve kuru karışıma su burada eklenir (Erdaş, 1997).

Ülkemizde orman yollarının inşasında çok kullanılmayan sadece köy yollarında tercih edilen beton yollar Avrupa ülkelerinde orman yollarının inşasında sıklıkla kullanılmaktadır (Erdaş, 1997).

1.5. Orman Yollarının Planlanması ve Düzenlenmesi

1.5.1. Genel Orman Yol Ağları ve Planlanması

Orman yolları orman içerisinde ihtiyaçlara uygun olarak bir ağ oluşturacak şekilde planlanmaktadır. Orman yol ağı planı ise; orman içerisinde üretilen her çeşit ürünün üretim amacına uygun olarak sürekli ve güvenli bir şekilde taşınmasına, gerçekleştirilecek bütün ormancılık hizmetlerinin yerine getirilmesi, ormanların fonksiyonel faydalarının gerçekleşmesi için birbirleri ile bağlantılı uygun dere yolları, yamaç yolları ve bağlantı yollarının projelerinden oluşmaktadır (OGM, 2008).

Orman yolları orman içerisinde en etkin şekilde kullanılacak şekilde planlanmalıdır. İnşa edilecek orman yolları güvenli olmalı ve yapılacak planda çevre etkilerinin minimize edilmesi gerekmektedir. Orman yol ağlarının planlanmasındaki asıl amaç iş planlar çerçevesinde, taşıma işlerinde kullanılacak araçların boyutları ile oluşacak trafik hacmini taşıyabilecek optimum yol geometrisini oluşturmaktır. Bunların yanı sıra yolların yapımında oluşacak yapım maliyetleri, ürünlerin taşınması sırasında oluşacak taşıma maliyetleri ile yolda yapılacak bakım ve onarım maliyetlerinin en düşük seviyede kalmasını sağlamaktır. Yol planlamasının optimum olması diğer kaynaklar üzerinde oluşacak olumsuzlukları en aza indirmek, yapılacak yol inşası için en uygun yol genişliği ile taşınacak ürün ve yolcuların güvenliğini sağlamak ve en uygun alan, seyahat hızı ile stabil ver yol sunmasını ifade etmektedir (Seçkin ve ark., 2002).

Yol planlama aşağıdaki özellikleri içermelidir;

- Sıfır hattı, ölçüm verileri ve keşif raporu bilgilerini içeren pratik bilgiyi açıklamalı,
- Belirlenen yol standardı için planlama amaçlarını yerine getirebilmeli,
- Yüksek seviyeli planları içeren geoteknik ve diğer sürekli raporların pratik açıklamasını yapmalıdır.

1.5.1.1. Orman Yol Ağı Planlamada Etkili Faktörler

Orman yol ağının planlanması ve projelendirilmesini aşağıdaki faktörler etkiler.

1.5.1.1.1. Ormanlık Uygulamaları

Orman alanının üretim ormanı, koruma, milli park veya araştırma ormanı olması planlama için önemlidir. Zira amaç üretim, hizmet, sosyal olarak değişmektedir. Örneğin üretim açısından bile seçme işletmesi veya baltalık alanındaki yol yoğunluğu farklıdır.

1.5.1.1.2. Ormanlık Çalışmalarında Kullanılan Teknoloji

Üretimin tomruk, bütün gövde veya bütün ağaç şeklinde yapılması, kamyon ya da tır kullanılması, hava hatları gibi teknolojiler yol ağı planlamasını etkiler.

1.5.1.1.3. Ormanın Özellikleri

Ormanın saf veya karışık olması kapalılığı, serveti yangına karşı duyarlı olması gibi durumlarda yol yoğunluklarını etkiler.

1.5.1.1.4. Çevre Faktörleri

Jeolojik yapı, iklim, su kaynakları, morfolojik yapı, arazi eğimi, topografya ve zeminin taşıma kapasitesi, taşıma ve sürütme tekniği

1.5.1.1.5. Yollar İle İlgili Teknik Özellikler

Yol eğimi kamyonla dolu inişte %10'u aşmamalı zorunlu hallerde ve kısa mesafelerde %12 eğim kullanılabilir. Mecbur kalınmadıkça %0-1 eğim kullanılmalıdır.

1.5.1.1.6. Orman Yollarının Sosyal Faaliyetleri

Orman yol ağı planlanırken, orman köyleri, milli park ve mesire plana dahil edilmelidir.

1.5.1.1.7. Diğer Faktörler

Mülkiyet durumu ve ormancılık politikası gibi durumlarda ormancılıkta çok zorunlu haller dışında kamulaştırma yapılmaz.

1.5.1.2. Orman Yol Ağlarının Planlanması ve Düzenlenmesi Sürecinde Uygulanacak Temel İlkeler

1.5.1.2.1. Plan Ünitesi

Orman işletme şefliğinin sorumlu olduğu bölge sınırları içerisinde yer alan ve bir dere sisteminin tamamını kapsayan su toplama havzası bir plan ünitesi olarak tanımlanır.

Orman yol ağı planı orman içerisinde yer alan ana ve tali derelerden oluşan bir ana su toplama havzasını ya da işletme şefliğinin sorumluluk alanının tamamıyla ulaşım açılacak şekilde hazırlanmalıdır (Erdaş, 1997).

Orman yol ağı planı küçük su toplama havzalarında yapılan çalışma ünitelerinin birleştirilmesi ve koordine edilmesi ile havza ya da şeflik bazında oluşturulur.

1.5.1.2.2. Ürünlerin Taşınma Yönünün Tespit Edilmesi

Yapılacak taşımının yönü plan ünitelerinde genellikle yukarıdan aşağı doğru olacak şekilde yapılır. Ancak, Devlet karayolu, demiryolu istasyonu, pazar merkezleri ve fabrikaların bulunduğu alanlar ile bölmeden çıkarmanın mekanizasyon ile yapılacak sahalar dikkate alınarak yapılacak taşımının yönü değiştirilebilir (Bayoğlu, 1997).

1.5.1.2.3. Plan Yapımında Göz Önünde Tutulması Gereken Diğer Hususlar

Bu hususlar şöyle sıralanabilir:

1- Orman şefliğinin görev alanına giren havzalar arasında sağlanacak bağlantı için havzalar arasında yer alan en uygun boyun noktasından veya bağlantı için en uygun yerden yapılması gerekmektedir.

2- Ormanlık alan içerisinde bulunan ve orman yangınları için hassas olarak değerlendirilen alanlarda oluşturulan yangın emniyet yollarının orman yol ağına bağlanması gerekmektedir.

3- Yapılacak orman yol ağı planlarının hazırlanmasında en az oranda orman varlığının kaybı olacak şekilde düzenlenmelidir.

4- Ormanlık alanda yamaç eğiminin %75' in üzerinde olduğu arazilerde veya arazinin som kayalık olduğu alanlarda gerçekleştirilecek taşıma hizmetleri için öncelikle mekanizasyon sistemlerinin uygunluğu araştırılmalı, uygun bir sistemin bulunamaması durumunda yol planlamasının yapılması gerekmektedir.

5- Ormanlık alan içerisinde bulunan erozyon oranının yüksek olduğu erozyon kontrol sahalarının bulunduğu bölgelerde yapılacak orman yolları için yol yoğunluğunun en az düzeyde tutulması, ağaçlandırma sahaları içerisinde planlanacak yolların, orman yolu veya yangın emniyet yolu niteliğinde olmasına dikkat edilmelidir.

6- Hazırlanan orman yol ağı planlarında planın rapor bölümünde dispozisyona uygun düzenlemenin yapılması, her plan için; plan ünitesinin ulaşımına ve lokal mekanizasyon uygulamalarına etki eden en önemli faktörleri, yolun oluşturulan geometrik standartlarına göre durumunu ve konumunu, yolda gerçekleşecek büyük onarım, inşa edilecek sanat yapısı, yolun üstyapı durumu detaylı bir şekilde incelenerek, mevcut olan ulaşım problemleri için düşünülen çözüm önerileri ile bilgi ve deneyim sahibi olan alında uzman yöneticilerin görüşlerini ve önerilerini yansıtmalıdır. Hazırlanan raporda yer alan plan ünitesinin özel inceleme ve değerlendirilmesini ait veriler, planın uygulayıcısına yol gösterici nitelikte olmalıdır.

7- Orman yol ağlarının planlanması, düzenlenmesi ve uygulanmasında; 21.07.2983 tarih 2863 sayılı "Kültür ve Tabiat Varlıkların Koruma Kanun", 19.10.1989 tarih 383 sayılı "Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığının Kurulmasına Dair Kanun Hükmünde Kararname", 09.08.1983 tarih 2873 sayılı "Milli Parklar Kanunu" ve 29.06.2006 tarih 5531

sayılı “Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Hakkında Kanun” ile ilgili diğer kanunların hükümleri uygulanır.

8- Kanunlarla belirlenen Milli parklar ile piknik ve mesire yerleri için planlanacak yol ağlarının tespitinde; bu yerlerin kuruluş amaçları ile özellikleri, çevre ve tabiat varlıklarının korunmasına öncelik verilerek, söz konusu yerlerin kullanma ve gelişme planlarının gerçekleştirilmesi, orman varlığının kaybını en az düzeyde kalmasının sağlanması olmalıdır.

9- Yol planlamasının zorunlu olduğu muhafaza ormanı veya muhafaza karakterli ormanlarda yol yoğunluğu ile geometrik standartları olabildiğince düşük oranda tutulmalıdır (Erdaş, 1997).

1.5.1.2.4. Orman Yollarının Yapımında Uygulanacak Eğimler

Orman yol ağı içerisinde bulunan orman yollarında kara taşıtları ile gerçekleştirilecek yokuş aşağı taşımının güvenli ve uygun şekilde olması yapılabilmesi için eğimin normal eğim oranı olan %9’ u aşmaması gerekmektedir. Ancak normal eğim oranı olan %9’un zor arazi şartları ve teknik zorluklar karşısında korunmasının çok yüksek maliyetlere sebep olması durumunda çok az kullanılsa da kısa mesafelerle sınırlı kalmak şartıyla eğimi %12’ye kadar artırılabilir. Temel olarak taşıma yönünde aksi eğimler kullanılmaz. Ancak;

- Birbirlerine komşu olan nakliyat havzaları arasında taşıma bakımından bağlantı zorunluluğunun olması durumunda,

- Büyük arazi zorluklarının olması durumunda,

- Yolun temas etmesi gereken zorunlu noktaların olması durumunda,

- Arazinin sahibinin olması durumunda,

Taşıma yönünün aksine eğime izin verilebilir.

%0 ve %1 eğimleri yolların planlanmasında yol üzerinde zorlayıcı sebepler bulunmadıkça kullanılmamalıdır.

Birinci paragrafta bahsedilen kısa mesafe ibaresindeki kısa mesafe üzerine orman yolunun yapıldığı arazinin dikte ettiği kadardır (Acar, 2005).

1.5.1.2.4.1. Ortalama Eğim Hesabı

Birbirinin peşi sıra gelen iki ölçüm noktası arasında uygulanması gereken ortalama eğim(%P), iki ölçüm noktası arasında bulunan kot farkı(H) ve yatay yöndeki mesafe(L) yardımı ile aşağıda belirtilen şekilde hesaplanır.

$$\%P=(H \times 100) / L$$

Hesaplanan ortalama eğim ile harita üzerinde güzergah(sıfır hattı) aranır, aranan sıfır hattı tesviye eğrileri arasında bulunan yükseklik farkı(h), uygulanacak ortalama eğim oranı(%P) ve haritanın ölçeğinden(1/25.000) pergel açıklığı(X) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$X=(h/P) \times 100 \times (1/25.000)$$

Arazinin yayvan ve fazla oranda girintili-çıkıntılı olması durumunda pergel açıklığı(X) yarı oranında azaltılarak, belki de 3'te 1 veya 4'te 1 oranında azaltılmak suretiyle birbirini takip eden iki tesviye eğrisi arasındaki diğer ara noktalar ise enterpolasyon yöntemi ile işlenmektedir (Acar, 2005).

Yukarıda belirtilen formül ile hesap edilen pergel açıklığı(X) mm olarak aşağıdaki Tablo 2' te örnek olarak verilmiştir. Yapılacak uygulama bunlara göre yapılacaktır.

Tablo 2. Ortalama meyil karşılığı hesaplanan pergel açıklığı

Ortalama Meyil (%P)	Pergel Açıklığı (mm)	Ortalama Eğim (%P)	Pergel Açıklığı (mm)
1	40	7	5,7
2	20	8	5,0
3	13	9	4,4
4	10	10	4,0
5	8,0	11	3,6
6	6,6	12	3,3

Orman içerisinde yer alan ve hazırlanan her plan ünitesi için farklı varsayımlar üzerine çeşitli taslak planlar hazırlanır. Hazırlanan planlardan orman alanı için ekonomik

açıdan en uygun şekilde işletmeye açılması ve diğer ormancılık hizmetlerine de en uygun şekilde yararlı olacak taslak plan seçilir.

Her plan ünitesi için çeşitli taslak planlar hazırlanır. Bunlardan orman en ekonomik şekilde işletmeye ve diğer ormancılık hizmetlerine de yararlı olacak taslak plan seçilir.

1.5.1.2.4.2. Uygulanacak Asgari Lase ve Kurp Yarıçapları

Orman yol ağlarının planlaması ve düzenlenmesi aşamalarından yol güzergâhlarının tespitinde yol üzerine yapılması zorunlu bulunan laseler mümkün olduğunca yamacın yayvan bir bölgesine rastlatılmalıdır (Erdaş, 1997).

Uygulanacak kurp ve laseler için asgari yarıçap; yol eksenlerinden $r=10-12$ m, uygun olmayan durumlarda da yol genişliği %80-100 oranında artırılarak $r=8,0$ m' ye kadar düşürülebilir.

Ana orman yolları ve A tipi tali orman yollarında kurp ve lase yarıçapları için standartlardaki yarıçaplar uygulanırken, B tipi tali orman yollarında ise trafik yoğunluğuna göre belirli bir görüş mesafesi sağlanabilir.

1.5.1.2.4.3. Yol Güzergâhlarının Tespiti ve Yol Yoğunluğu

Orman yol ağları için planlanacak orman yollarının tespitinde dikkate alınan temel ilke olarak; ormanların kendilerinden kaynaklanan çok yönlü fonksiyonel faydalarının en uygun ve yüksek düzeyde hizmete sunulabilmesi, ormanın içerisinde ve kapsamında ki alanlarda yaşayan insanların kalkınmasına destek olacak ve yaşantılarına olumlu yönde katkı sağlayabilmesi, orman varlığında yaşanacak kaybın en aza indirilebilmesi, ulaşımın sürekli ve güvenli bir şekilde yapılabilmesi, yolların yapımı ve onarımında katlanılacak maliyetin en düşük düzeyde tutulması ve çevreye en az zarar verecek yolun planlanmasıdır (Erdaş, 1997).

Ormanlarda yapımı planlanan yolların tespitinde; tarım alanları ile özel mülkiyete tabi alanların zarar görmesine sebebiyet verebilecek güzergâhlardan, olabildiğince kayalık alanlardan, bataklıklardan, korkudanlıklardan, heyelanlı alanlardan, iskân sahalardan ve orman tahribatına neden olabilecek güzergâhlardan kaçınılmalıdır.

Birbirlerine çok yakın ve aynı yönde yol planlaması zorunlu nedenler olmadıkça yapılmaz. Aynı yönde olan orman, köy, mezra, yayla, maden yolları gibi yollar birleştirilerek orman alanında yaşanacak kayıp en aza indirilir.

Gerek ülke sınırları gerekse askeri alanların çevresinde yapılacak orman yollarının planlanmasında ve uygulanmasında o bölgede görevli ilgili komutanlığın olumlu görüşüne başvurulur.

Ormanlık alan içerisinde planlanan orman yol ağlarının toplam alanı ormanlık alanın %1' inden fazla olamaz. Ancak orman yollarının yapımının planlandığı arazinin çok engebeli olması ve eğiminin yüksek olması nedeniyle uygulanacak eğimlerin azami sınırların içerisinde kalması amacıyla yol yoğunluğunun artırması ve açık alanlar ile ürünlerin yüklenme ve boşaltılmasının yapılamadığı otoyol ve çift şeritli yollar yol yoğunluğu hesaplanırken hesaplama dışında tutulur. Yol yoğunluğunun hesaplanmasında dikkate alınacak yol alanı hendek ve platform genişliği toplamının yol uzunluğu ile çarpılması ile bulunur.

Ormancılık hizmetlerinde kullanılması planlanan ve standart dışı olan mevcut yollar orman yolları haritalarına özel işaretleri ile işaretlenip yol yoğunluğu hesabında dikkate alınmayacaktır. Bu yolların üzerine köprü, sanat yapısı ve üstyapısı yapılamayacak ancak bu yollar sürütme veya acil yangın müdahalelerinde kullanılabilir.

Orman içerisinde ve bitişiğindeki alanlarda yer alan göl, gölet ve akarsuların uygun olanlarından orman yangınlarında veya diğer yangınlarda arozözlerin su alabilmesi için orman yolları planlanabilir ve "U" dönüşü için platformu yapılabilir.

Bölge Müdürlüğünce kurulacak Komisyonun yangın, açma ve usulsüz yerleşmelerin fazla olduğu bölgelerde, risklerin yüksek ve belirgin olduğu yerler için düzenleyeceği rapor ve haritasının Bölge Müdürünün uygun görüşleri ve Genel Müdürlükte incelenip, Olur verilmesinden sonra, orman alanları ile tarım alanları veya iskân sahaları arasına yapay hatlar ile koruyucu önlem olarak yol planlaması ve uygulaması yapılabilir.

Orman yollarının güzergâhları planlanırken milli ve kültürel varlıklarımızın, ormanlarımızda var olan endemik türlerin, mevcut doğal gen kaynaklarının ve temiz su kaynaklarının korunmasına öncelik verilir.

Planlanan yol yoğunluğunun üst sınıra çıkarılması için; teknik zorluklar, hukuki gerekçeler ile ekonomik ilkelere bağlı iken inşa edilen yol standartlarının yükseltilmesi, yol üzerindeki trafik yoğunluğuna, taşıma yapan araçların büyüklüğüne ve tonajlarına bağlıdır.

Orman yol ağları planlanırken, yol güzergâhları mümkün olduğunca dere kenarları veya güney yamaçlardan geçirilir.

Ender olsa da yangına hassas bölgelerde veya sürütmenin mekanizasyon ile yapılabileceği kayalık olan derelerdeki ürünlerin taşınabilmesi için sırt yollar planlanıp uygulanabilir.

Orman Genel Müdürlüğü'nün Olur'u ile inşaatı kesinleşmiş, baraj ve göletlerde bulunan su seviyesinin altında kalan orman ürünlerinin kısa zamanda alınabilmesi ve zayı olmaması için standart dışı olan ancak tehlike oluşturmeyen özel ve geçici yollar planlanıp uygulanabilir.

Orman içerisinde ve bitişiğinde yerleşik olarak yaşanan köy, mezra ve diğer iskân yerlerindeki yangın mükelleflerinin yangına en kısa sürede müdahale edebilmeleri veya üretim alanlarına kolaylıkla ulaşabilmelerini sağlamak için 1.000 Km' ye kadar olan bağlantı yolları planlanarak mevcut orman yoluna veya planlanan orman yoluna bağlanabilir. Böyle bir durumda bağlantı yolu bağlandığı yolun kodunu alır.

Ağırlıklı olarak göç nedeniyle boşaltılan ve ilgili kuruluşça bakımı yapılmamasından dolayı kullanılan ve ormancılık hizmetlerini tam olarak yerine getirilmesinde aksamalara neden olan yolların ilgili bölümleri Bölge Müdürlüğü Komisyonu tarafından hazırlanan gerekçe raporunun, Bölge Müdürünün onayı ve Genel Müdürlüğü'nün Olur'u ile orman yol ağları planına dahil edilir.

1.5.1.2.4.4. Orman Yollarının Olumsuz Etkileri

Yukarıda belirtilen hususlara dikkat edilmeksizin planlanan bir orman yolu güzergâhı, bunla birlikte doğru ve özenle seçilmeyen bir orman yolu güzergâhında 1 Km yeni yol yapılması durumunda;

1- Yapılan yol yol tiplerine göre değişiklik göstermekle birlikte en az 4.000-8.000 m² ormanlı alan açılır ve bununla birlikte meşcere yaşına göre 400-3.500 adet ağaç varlığı yok edilir.

2- Yol yapımı sırasında kazılan ve çıkarılan materyalin yamacın aşağısına aktarılması durumunda, yamaçta bulunan orman varlığında kırılma, yaralanma ile tahribata neden olabilir ve orman varlığına zararlı böceklerin ağaçlara zarar vermesini kolaylaştırır.

3- Yine yol yapımı sırasında çıkan materyalin yamacın aşağı kısımlarına aktarılması durumunda yamaçta destek olarak bulunan doku zarar görür ve destek dokunun zarar görmesi ise heyelana neden olur.

4- Yol yapımı güzergâhında bulunan ve sık halde olan yeraltı sularının akış yönleri yol yapımı çalışmaları nedeniyle değişebilir. Yeraltı sularının akış yönlerinin değişmesi ise doğal meşcerelerin su ihtiyaçlarının karşılanamamasına ve ekosistemin olumsuz yönde etkilenmesine neden olur.

5- Yapılan yol rüzgâr koridorunun oluşmasına ve bu nedenle kırılma ve devrilmelere yol açar.

6- Yüzeysel akış ve erozyon tetiklenir.

7- Yapılan yollar ile doğal ve bakir olan alanlara ulaşımın kolaylaşması nedeniyle yaban hayatının yaşam alanı kısıtlanır.

8- Yol yapımında ve bakımında oluşacak maliyet ulusal ekonomiye bir yük getirecektir.

Ancak 1 Km yeni yol yapımının maliyeti ile 100 dönüm bozkır yeşillendirilerek ülkemizin orman varlığına kazandırılabilir, yerleşim yerlerinde ve tarım arazilerinde meydana gelebilecek sel baskınlarının önüne geçilebilir. Bunlar ve bunlar gibi birçok nedenle ve mevzuatta belirtilen gerekçelerle yol güzergâhlarının belirlenmesinde mühendis olarak işin tekniği, işletmeci olarak işin ekonomisi, yönetici olarak hukuki gerekçeleri ve en önemlisi bir insan olarak sosyal boyutunun göz ardı edilmemesi gerekmektedir (OGM, 2008).

1.6. Orman Yol Ağlarının Planlanması ile İlgili Esaslar

Ormanların işletmeye açılmasını sağlayan yol ağları ve bu ağlarla ilgili yapılan çalışmalar; yol yapımının planlanması, projelendirilmesi, yapımı ile bakım ve onarımı olmak üzere dört ana grupta toplamak mümkündür. Bunlardan ilk ikisi planlama ve projelendirme çalışmaları çoğunlukla kesin sınırlarla birbirinden ayrılmaz ve bu iki çalışma birlikte yürütülür (Erdaş, 1997).

Orman yol ağlarının planlanmasında bir taraftan orman içindeki geçkiler üzerinde çalışılırken bir taraftan da söz konusu ormanın devlet yolları ile bağlantısının üzerinde durmak gerekir. Planlayıcı öncelikle orman içindeki yol ağını planlamakla birlikte ayrıca bu bağlantı yolu ile ilgili geçki etütlerini de yürütür.

Orman yol ağı ormancılıkta en önemli alt yapı tesisidir. Ormanın damarları niteliğindedir. Ormanın imarı ve işletilmesi buna bağlıdır. Her türlü silvikültür çalışmaları, amenajman, koruma, orman yol ağının varlığı ve niteliği ile ilgilidir. Bu nedenle sistematik olarak düzenlenmiş bir yol ağı ormanın varlığını ve geleceğinin bir teminatıdır.

Ormanlardan üretilen odun hammaddesinin en uygun şekilde ilgili yere taşınması için taşınacak ürünlerin meşcere içerisinde en uygun ve en kısa yoldan toprağa ve meşcereye zarar vermeksizin bölmelerinden çıkarılarak ana depoya veya fabrikalara taşınmasını gerektirir.

Ayrıca bir ormanı işletmeye açan yol ağı söz konusu orman alanını mevcut ve yeniden planlanan yeterli uzunluktaki kamyon yolları ile amaca uygun şekilde parçalara bölmektedir. Bunun sonucu olarak yol ağını karakterize eden bazı kavramlar ortaya çıkmaktadır. Bunlardan başlıca olanlar ise aşağıda açıklanan yol yoğunluğu, yol aralığı, işletmeye açma yüzdesi ve ortalama sürütme mesafesidir.

1.6.1. Yol Yoğunluğu (D)

Bir ormanlık alanın birim alanına denk gelen yol uzunluğu şeklinde ifade edilir. Birimi ise m/ha'dır. Bu ifadeden de anlaşılacağı gibi yol yoğunluğu;

$$D = \text{Toplam yol uzunluğu (m)} / \text{Toplam orman alanı (ha)} \text{ oranı ile elde edilir.}$$

Bir ormanlık alanda uygulanacak yol yoğunluğu birçok etmene bağlı olarak değişmektedir. Bu etmenler arasında yol yapım ve bakım masrafları, sürütme masrafları, işçi maliyetleri, eta, işletme entansitesi gibi maddeler yer almaktadır. Bir ormanlık alanın işletmeye açılmasında yol yoğunluğu değeri uygulamacıya yardımcı olabilir fakat yol yoğunluğu değeri birçok etmene bağlı olarak değiştiği için işletmeye açılan alanın niteliği ve etkinliği konusunda her zaman doğru fikri vermeyebilir.

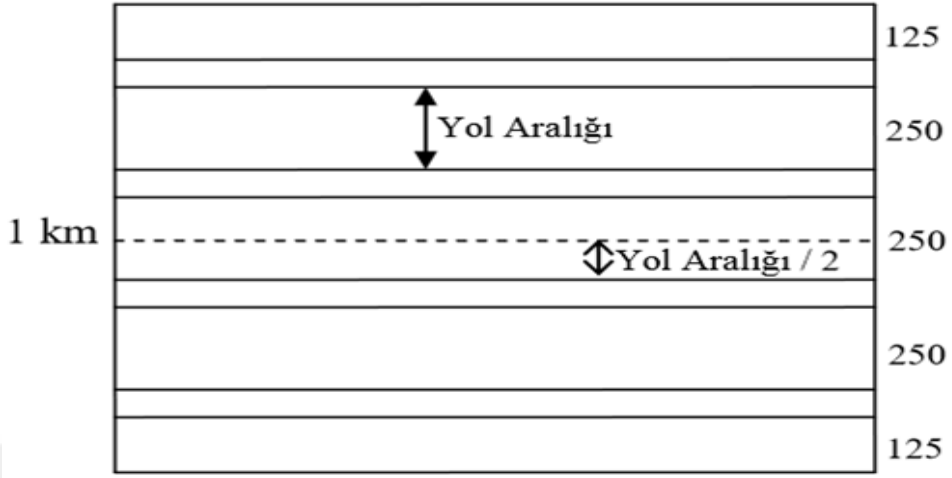
1.6.1.1. Yol Aralığı (A)

Yol aralığı en genel ifade ile birbirini takip eden yollar arasındaki yatay mesafe olarak ifade edilir.

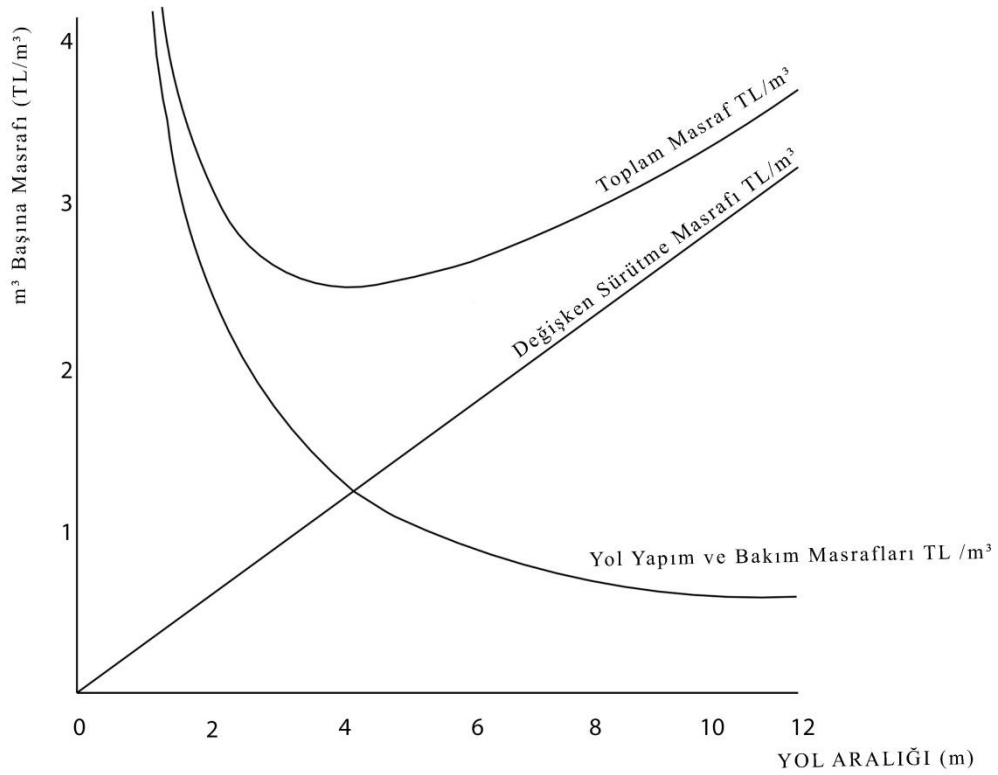
$$\text{-Dağlık arazide tek taraflı sürütmede } S_{Mo} = YA/2$$

$$\text{-Düz arazide iki taraflı sürütmede } S_{Mo} = (YA/2)/2 = YA/4$$

Yol yapım ve bakım masrafları ile sürütme masrafları arasındaki bağlantı sayesinde bir alana ait en hesaplı yol aralığı değeri bulunabilir.



Şekil 6. İki yol arasındaki yatay uzaklık



Şekil 7. Yol aralığının belirlenmesi

Ülkemizde mevcut servetin;

250 m³/ha'dan fazla olduğu yamaçlarda 500 m

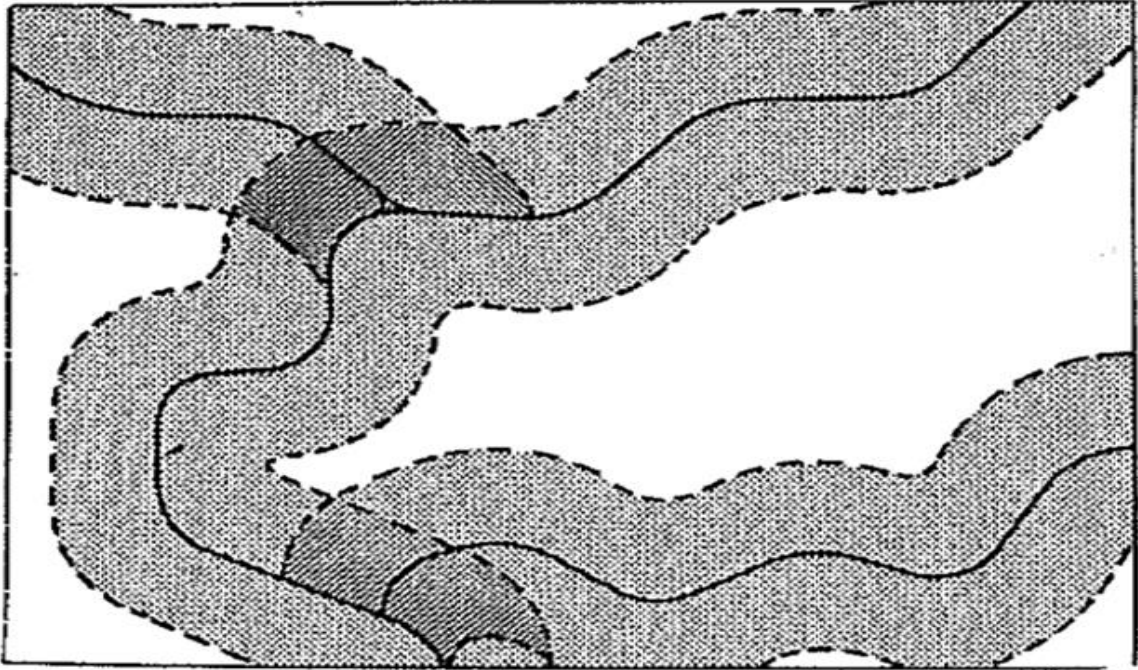
100 m³/ha-200 m³/ha olduğu yerlerde 1000 m

100 m³/ha'dan düşük olduğu yerlerde 1500-2000 m' yol aralığı uygulanmaktadır.

Ancak son yıllarda OGM bütün ormanlık alanlarda 500 m olarak kabul etmiştir.

1.6.1.2. İşletmeye Açma Yüzdesi (E)

Belirlenen bir alanın planlanan yol ağı sayesinde üretim yapacak kapasiteye ulaştırılması işlemine işletmeye açma denmektedir. İşletmeye açma yüzdesi ise seçilen alanın işletmeye açılma durumundaki başarı durumunu ifade eder. Bu değer ise planlanan yollarla işletmeye açılan alanlar toplamının, toplam orman alanına oranı şeklinde ifade edilmektedir.



Şekil 8. Bir yol şebekesi ile işletmeye açma yüzdesinin belirlenmesi

-İşletmeye açma yüzdesi $E=64,4\%$

-Mükerrer açılan alan yüzdesi $9,1\%$

Düz bir arazide birbirine paralel yollardan oluşan bu yol ağı için işletmeye açma oranı % 100 olduğu halde dağlık arazide bu paralel ve dolayısıyla eşit yol aralığı korunamadığı ayrıca yollar birbirini yer yer değişik açılar altında kestiği için bir kısım alanlar işletmeye açılan şeritlerin dışında kalmakta, yolların birbirini kestiği yerlerde ise aynı alan kesişen her iki yol tarafından mükerrer olarak açılmış olmaktadır. Bunun sonucunda da işletmeye açma oranı küçülmekte, buna karşılık ortalama sürütme mesafesi büyümektedir (Şekil 8).

1.6.1.3. Sürütme Mesafesi

Üretilen tomruğun hazırlandığı yerden bir ana transport tesisine kadar sürütülerek götürüldüğü mesafedir. Sürütme masrafları toplam üretim masrafları içinde çok önemli bir yer tutmakta ve bu sürütme mesafesine bağlı olarak farklı değerler almaktadır. Bu bakımdan bir üretim çalışmasında sürütme mesafesinin gerçeğe yakın bir şekilde belirlenmesi ayrı bir anlam kazanmaktadır ancak uygulamada genişçe bir alana yayılmış bulunan tomrukların tümü için gerçek ortalama sürütme mesafesinin bulunmasının güçlüğünden dolayı bu değer değişik şekilde ifade edilmekte olup, mesela bunlardan teorik ortalama sürütme mesafesi (St) teorik bir işletmeye açma örneğinde iki yol arasında kamyon yoluna en yakın olan noktadan başlayarak bu yolun işletmeye açtığı sınıra kadar olan alan içindeki çok sayıdaki noktaların (tomrukların) söz konusu kamyon yoluna uzaklıklarının aritmetik ortalamasıdır. Minimum ortalama sürütme mesafesi (Sm) ise teorik bir işletmeye açma modelinde kamyon yoluna dik yönde ve bir doğru üzerinde olmak üzere eşit şekilde dağılan noktaların bu yola uzaklıklarının aritmetik ortalamasıdır. Buna göre düz ve düze yakın arazide, $S_m = A/2$, dağlık arazide ise; $S_m = A/4$ 'dir.

Engebeli arazide tomruk kamyon yoluna dik olan bir doğru boyunca sürütülmediği, arazinin girinti ve çıkıntılara uygun bir çizgi boyunca sürütüldüğü için gerçek sürütme mesafesi birinciden daha uzundur. Bundan dolayı gerçek ortalama sürütme mesafesinin elde edilebilmesi için teorik ortalama sürütme mesafesinin birden büyük bir düzeltme katsayısı kt ile çarpılması gerekir. Düzeltme katsayıları için çeşitli araştırmalar yapılarak ortalama değerler elde edilmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) bu amaçla aşağıdaki değerleri önermektedir (Bayoğlu, 1997).

Tablo 3. Düzeltme katsayısı ortalama değerleri

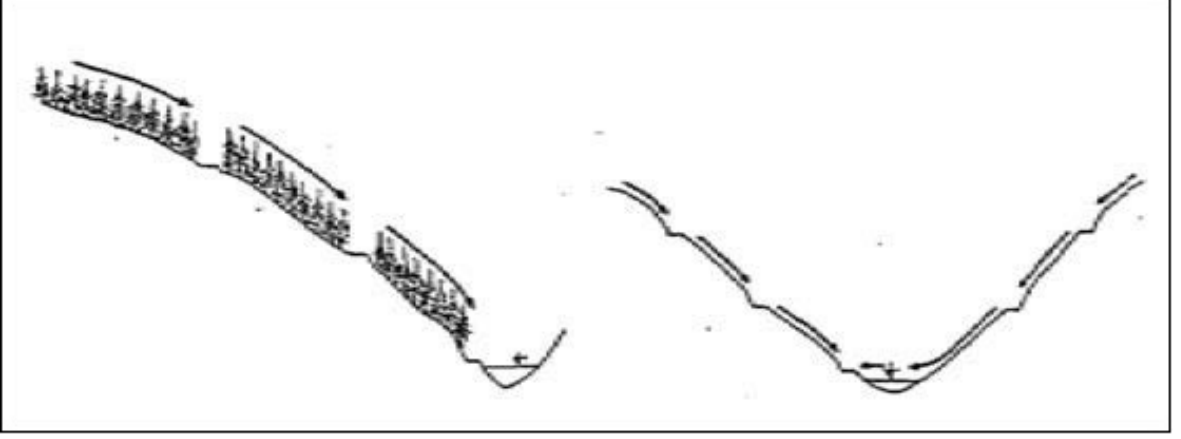
Arazi koşulları	Düzeltme katsayısı k_t
Düz ve tepelik arazi	1,6 – 2,0
Orta derecede dağlık	2,0 – 2,8
Dağlık arazi – dik -	2,8 – 3,6
Dağlık arazi – çok dik -	3,6

Minimal teorik ortalama sürütme mesafesi (S_m) ve gerçek yol şebekesindeki fiili sürütme mesafesinin (S_g) doğrudan doğruya elde edilmesi kare şebekesi (grid kareleri) yöntemi ile gerçekleştirilir. Bu amaç için söz konusu alan üzerine örnek olarak 50-100 kareli bir şeffaf şablon konur ve bu kare şebekesinin köşe noktasından en yakın kamyon yoluna kadar çizilen dikin uzunluğu yardımıyla minimal teorik ortalama sürütme mesafesi elde edilir.

Sürütme yolunun var olması durumunda ise gene kare köşesinden sürütme yoluna indirilen dikin uzunluğu ile kamyon yoluna kadar olan sürütme yolu uzunluğunun toplamları yardımıyla gerçek (fiili) sürütme mesafeleri belirlenir. Bu her iki tip sürütme mesafelerinin ölçülmesi iki ucu sivri pergel yardımıyla yapılır. Elde edilmek istenen sonucun duyarlık derecesine göre de kare şebekesinin kenar uzunlukları ve noktaların sayısı belirlenir.

1.6.1.4. Optimal Yol Aralığının Belirlenmesi

Ormancılıkta taşıma, aksine bir zorunluluk olmadığı sürece, iniş aşağı yapılmakta, bundan dolayı da çoğunlukla büyükçe bir dere havzasından oluşan işletmeye açma ünitesinde yüksek su seviyesinin üzerinde seyreden bir anayola gerek duyulmaktadır zira böyle bir yol her iki yamaç için de yararlı olmaktadır. Ancak primer transport (sürütme) masraflarının yüksek olması nedeniyle yol ağlarının planlanmasında ekonomik sınırlar içinde kalmak üzere bu taşıma mesafesini minimize etmeye ve dolayısıyla tomruğun kısa yoldan kamyon yolu kenarına indirilmesine çalışılmaktadır. Bu maksat için de yamaçlar boyunca yeter sayıda birbirine yaklaşık olarak paralel yollar inşa edilerek sürütme mesafesi kısaltılmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Yamaçların birbirlerine paralel yollarla işletmeye açılması(OGM)

Ancak burada da söz konusu yollara öncelikle gerek olup olmadığı, gerek varsa hangi aralıklarla uygulanacağı konusunun incelenmesi icap etmektedir. Zira böylece yol ağının yoğunluğu arttırılınca sürütme mesafesi kısalmakta ve sürütme masrafları azalmakta buna karşılık m³ başına düşen yol yapım masrafları yükselmektedir. Aksi halde ise yol yapım masrafları azalırken sürütme masrafları yükselmektedir. Şu halde yol ağı planlanan bir orman için her şeyden önce ekonomik sürütme mesafesinin bilinmesi, diğer bir ifade ile ormanın yamaç yolları ile parçalara bölünmesine ekonomik bakımdan ihtiyaç bulunup bulunmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için bir defa tomrukların doğrudan doğruya, tek başına var olduğu kabul edilen dere tabanındaki anayola sürütüldüğü, bir defa da bu ormanda belli aralıklarla geçirilen paralel yollara sürütüldüğünü kabul edelim. Dolayısıyla birinci durumda sadece sürütme masrafı ikinci durumda ise hem sürütme hem de yol yapım masrafı söz konusu olacaktır.

Burada; G=orman alanının genişliği (hm); A=yol aralığı (hm); V=yıllık eta (m³/ha); Y=bir hektar orman alanına düşen yol yapım ve bakım masrafı (TL/ha); Ms= sabit sürütme masrafı (TL/m³); Mv =değişken sürütme masrafı (TL/hm) nı ifade ettiğine göre;

1- Durumda; ortalama sürütme mesafesi G/2 olduğundan, toplam masraf:

$$M1 = Ms + Mv * G/2 \text{ olur.}$$

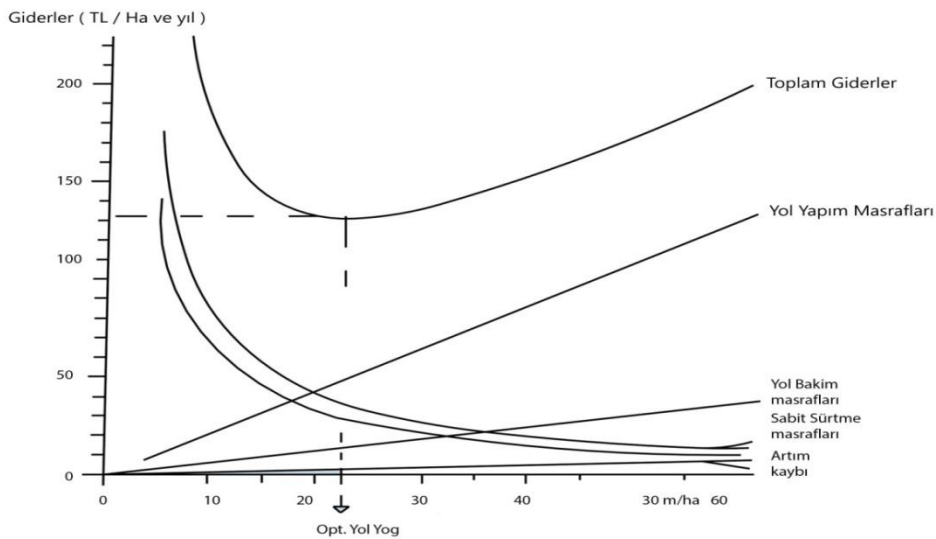
2- Durumda ise orman paralel yollarla bölündüğü için ortalama sürütme mesafesi $A/4$ ve m^3 'e isabet eden yol yapım ve bakım masrafı Y/V olacağından toplam masraf:

$$M2 + Mv * A/4 + Y/V \text{ olur.}$$

Ancak $M2 < M1$ olduğu zaman paralel yolların yapımı ekonomik olacak demektir.

Görüldüğü gibi, burada yol aralığının peşinen bilindiği kabul edilmektedir. Hâlbuki bu değer bilinmediği gibi, belirlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle aşağıda yol aralığının belirlenmesi ile ilgili açıklamalara yer verilmektedir.

Yol aralığına etki yapan faktörler çok ve çeşitlidir. Gerçekten yol yapım masrafları, yıllık eta, sürütme masrafları, tomruk fiyatları, işçi ücretleri, işletmenin entansitesi vb. birçok faktöre göre değişiklikler göstermektedir. Bundan dolayı da bütün bu koşullar altında yol aralığının tam olarak hesap edebilecek bir eşitlik geliştirmek mümkün değildir ancak diğer elemanlar bir tarafa bırakılırsa yol aralığını etkileyen iki faktör olarak sürütme masrafı (TL/m³) ve yol yapım (ve bakım) masrafı (TL/m³) esas alınarak grafik yolla ekonomik yol aralığını belirtmek mümkün olmaktadır. Gerçekten böyle bir grafikte sürütme masrafı ile yol aralığı arasında doğrusal bir ilişki bulunurken yol aralığına bağlı olarak yol yapım ve bakım masrafları bir parabol oluşturmaktadır (Şekil 10). Bunların kesişme noktası da sürütme ve yol yapım masraflarının birbirine eşit ve dolayısıyla toplam masrafların optimum olduğu yol aralığına tekabül etmektedir.

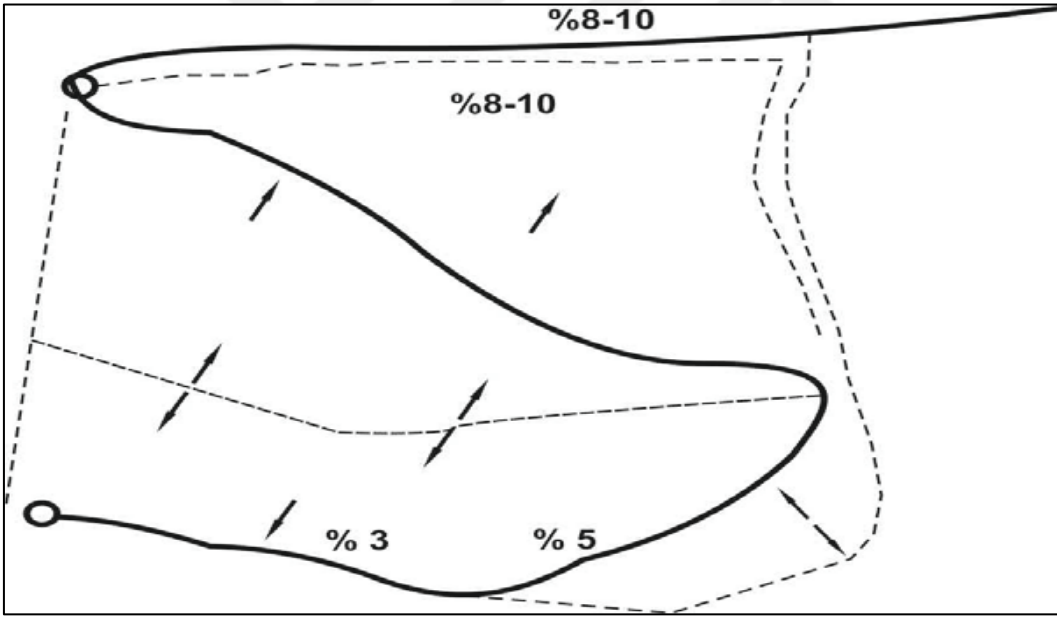


Şekil 10. Optimal yol yoğunluğunun belirlenmesi(Erdaş, 1997).

Türkiye'de de ormanların hemen tamamı dağlık bölgelerde yer aldığına ve bunların önemli bir kısmının orman yolları ile kombine edilen kısa mesafeli vinçli hava hatları yardımıyla işletmeye açılması söz konusu olduğuna göre, prodüktif ormanlar için belirlenmiş bulunan 500 m' lik yol aralığının bu yönüyle de isabetli olduğunu burada belirtmekte yarar vardır.

1.7. Orman Yol Ağlarının Projelendirilmesi

Orman yol ağlarının planlanması ve projelendirilmesi konu ile ilgili daha önceki açıklamalarda belirtildiği üzere hemen daima birlikte yürütülmektedir. Orman yol ağlarının planlanması ve projelendirilmesinin birlikte yürütülmesi sonucunda ortaya çıkan proje de kısaca "Orman Yol Ağı Planı" olarak anılmaktadır.



Şekil 11. Bitişikteki derenin yukarısında yer alan ormanın işletmeye açılması

Orman yol ağı plan ve projeleri ile ilgili çalışmalar amenajman planlarının hazırlanmasından önce veya en azından amenajman planları ile birlikte yürütülmelidir. Yol ağı plan ve projeleri ile ilgili çalışmaların zamanlaması büyük önem taşımakta olup bu önem amenajman planları düzenlenirken iç taksimat çizgilerinin büyük ölçüde artık

değişmeden arazide yer alacak yol çizgilerine dayandırılması bu amaçla yapay çizgilerin oluşturulmasına gerek kalmaması şeklinde ön plana çıkmaktadır.

Çalışmaların başlangıcında yol ağı plan ve projesi hazırlanacak ormanda hâlihazırda mevcut olan yollar birer birer incelenmeli, yolların geometrik standartları (yol genişliği, eğimi, kurp yarıçapları) ile geçicilerinin konumu bakımından yeni düzenlemede yer alabilecek ve kesinlikle alamayacak olanlar belirlenmelidir.

1.7.1. Projelendirme Çalışmaları

Orman yol ağlarının düzenlenmesi sırasında dikkat edilmesi gereken ana kural planlaması yapılacak olan alanın her tarafına homojen bir şekilde ulaşımı sağlayacak yol ağ planlarının yapılmasıdır. Aşağıda bu ana kurala bağlı olarak ilk etütlerden başlayarak transport sınırının belirlenmesi harita üzerinde geçkilerin etüt edilerek yol ağının oluşturulması, arazide yapılacak kontrol ve düzenlemeler ile son olarak teknik raporun düzenlenmesi konularına kısaca değinilecektir.

1.7.2. İlk Etütler

Orman yol ağlarının düzenlenmesi çalışmaları ülkemizde bu amaç için yeterli olan 1/25 000 ölçekli ve tesviye eğrili haritalarla yürütülmektedir.

Yapılması gereken ilk çalışma orman yol ağı planlaması çalışmasının yapılacağı arazinin nakliyat bakımından arz ettiği durum büroda ve harita üzerinde etüt edilerek ana taşıma yönü veya yönleri; kavşak yerleri; amenajman planından faydalanılarak ormanın çeşitli kesimlerindeki hakim ağaç türleri ile servet ve eta durumları belirlenir. Daha sonra aynı harita ile araziye çıkılarak muhtemel geçkilerin konumları ile depo ve istif yeri gibi amaçlarla faydalanılabilecek yerler incelenir. Bu arada kayalık, bataklık, çürük veya sahipli arazi kısımları gibi kaçınılması gereken negatif kardinal noktalar ile geçkilerin uğratılması gereken boyun noktaları, depo ve istif yeri olarak kullanılabilecek alanlar, köprü ve menfez yapımına uygun kesimler gibi pozitif kardinal noktaları harita üzerinde işaretlenir. Yapılan bu arazi etütleri için gerekli zamanın ayrılması ve bu amaçla yapılan hava fotoğraflarından yararlanılması daha sonra haritada belirlenen geçkilerin kolaylaştırır ve arazideki kontrol ve düzenleme çalışmaları için gerekli olan sürenin kısılmasını sağlar.

1.7.3. Transport Sınırlarının Belirlenmesi

Arazideki gerçekleştirilen ilk etütlerin tamamlanmasının ardından büroda harita üzerinde işletmeye açılması düşünülen ünite veya ünitelerde ana taşıma yönlerini de göz önüne alınarak ana transport sınırları belirlenir. Taşıma normal koşullarda iniş aşağı yapılacağına ve ana derenin akış yönü ana taşıma yönünü gösterdiğine göre planlama alanını komşu dere havzalarından ayıran su bölümü çizgileri ana transport sınırlarını oluştururlar. Bu alan içindeki sırt çizgileri, planlanan yamaç yolları ve birbirini takip eden kablo hat kuruluşlarının etki alanlarını belirleyen çizgiler de birer tali transport sınırı oluştururlar (Bayoğlu, 1997).

1.7.4. Harita Üzerinde Geçkilerin Etüdü

Harita üzerinde ve arazide ilk etütler tamamlandıktan ve yol ağını oluşturacak yolların geçkilerinin konumları kabaca belirlendikten sonra bunların kesin geçkilerinin tesviye eğrili harita üzerinde etüdü yapılır. Kesin geçkilerin tesviye eğrili harita üzerinde belirlenmesinde önce uygulanabilecek eğim değerlerine ($P_{min} = \% 2$ ve $P_{max} = \% 12$ arasında ve $\% Y/V$ kademeli olarak) karşılık gelen pergel açıklıkları aşağıdaki verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$X = h/p * 100 * 1/25000$$

Eşitlikte h = tesviye eğrileri arasındaki kot farkı = 10 m olduğuna göre pergel açıklığı x in değeri $X = 40 / P$ bulunur ve eğimin $\% 2'$ den başlayarak değişik değerleri için pergel açıklıkları hesap edilir. Ana dereyi takip eden geçkiden başlanarak daha önce belirtilen esaslara uygun şekilde ve gereken yerlerde enterpalasyona başvurarak teker teker geçkilerin etütleri yapılır. Yapılan bu etütlerde ormanın her tarafının eşit şekilde işletmeye açılmasını sağlayacak çeşitli çözüm imkânları üzerinde durulur ve bunlardan eğim, uzunluk, inşa giderleri ile ormanın gelecekte alması istenen duruma göre en uygun olanı tercih edilir. Bir yamaç üzerinde çok dik eğimli olduğu için klasik sürütme yöntemleri dışında kablo hat tesislerinden yararlanılması gereken kısımlar bulunduğu takdirde geçkilerin bu iki farklı taşıma şeklinin uygulanacağı araziye birbirinden ayıracak tarzda belirlenmesi daha uygun olacaktır.

Dağlık arazi için oluşabilecek engeller karşısında çeşitli çözümler göz önüne alınarak yol ağı düzenlemeleri yapılmalıdır. Orman yol ağı düzenlendikten sonra bu sistemle ormanın her tarafının etkin ve verimli bir şekilde işletmeye açılıp açılmadığı bir defa daha kontrol edilir. Orman yol ağının ormanın her tarafının etkin ve verimli bir şekilde işletmeye açılacağına karar verildikten sonra yol ağını oluşturan tüm yollar için kod numaraları verilir.

1.7.5. Geçkilerin Arazide Kontrolü

Orman yol ağını oluşturan yolların harita üzerinde gerçekleştirilen etütlerinin tamamlanmasından sonra bu çalışmanın bir kez daha kontrol edilerek gerekli olabilecek düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla bir mühendis yanına eğimölçer, altimetre ve 20 m' lik çelik metre alarak iki yardımcı işçi ile araziye çıkar ve geçkilerin başlangıç noktalarını arazide belirledikten sonra haritadaki eğimleri uygulayarak etüde başlar. Geçkinin haritada belirlenen şekilde arazide seyretmemesi durumunda eğimde gerekli düzeltmeler yapılır ve geçki bütünüyle arazide daha sonra yapım projesi için geldiğinde kolayca görülecek biçimde işaretlenir. Bu, kayaların üzerine ye mevcut ağaçlara yağlı boya ile işaretler konarak, boylu kazık çakarak gerçekleştirilebilir.

1.7.6. Teknik Rapor

Orman genel yol ağı projesinin en önemli bölümlerinden biri olan Teknik Raporunda yer alacak başlıca hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Söz konusu ormanın genel durumu, ağaç türleri ile artım, eta ve servet ilişkileri, ağaçlandırılacak alanlar.
- 2- Yol ağında yer alacak mevcut yollar.
- 3- Yol ağını oluşturacak yolların geometrik standartları (eğim, genişlik, karp yarıçapı, laseler vb.)
- 4- Yol aralığı ve genişliği.
- 5- Yol ve sanat yapılarının inşaatının zaman yönünden planlanması.
- 6- Üretimin bugünkü ve yol ağı tamamlandıktan sonraki durumu ve değeri yol ağı inşaa masrafları ve buna göre üretim masraflarının bugünkü ve gelecekteki durumu.

7- Yol ağının tamamlanmasının idari ve sosyal yararları.

1.8. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Bilgi teknolojilerinin gelişimi ile birlikte kullanılmaya başlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), birçok meslek dalında, takip ve planlamaya yönelik kullanılmaktadır. CBS en genel tanımıyla, her türlü veriyi birbirleriyle ve coğrafi konumları ile ilişkilendirerek bilgisayar ortamında toplamak ve bunları grafik ya da basılı olarak izlemektir. Yeryüzü tümüyle bir coğrafi alan olduğu varsayıldığında, yeryüzünde oluşan doğal ve beşeri olayların doğrudan ya da dolaylı olarak coğrafya ile ilgili olduğu net bir şekilde görülmektedir. Özellikle, 21. Yüzyılın başından itibaren coğrafya bilimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Küresel Konumlandırma Sistemi, Uzaktan Algılama, bilgisayar ve internet gibi sahip olduğu üstün teknoloji, araç-gereç ve metotlarla neredeyse hayatın tüm alanlarında insanoğluna büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bilgi çağını yaşadığımız bu yüzyılda, bilgi birikimi, bilgi üretimi ve bilgileri sorgulayıp farklı değerler elde etme yoluyla, toplumun sorunlarına yeni çözüm yolları bulmak son derece önemlidir. Yeryüzüne ait tüm coğrafi bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp sorgulanması ve analiz edilmesini sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri, toplumların karşılaştığı sorunlara kalıcı çözümler üretme adına hayatın her safhasında kullanılan önemli bir bilgi teknolojisidir (Kapluhan, 2014).

Gelişmiş ülkelerde uygulanan ormancılık faaliyetleri, iyi analiz edilmiş ve temeli sağlam atılmış olan sayısal coğrafi veri tabanına dayanmaktadır. Orman yolları da ormancılık faaliyetlerinin yürütülmesini sağlayan en büyük yardımcı etkenlerdendir.

Coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlamasında kullanımına ilişkin ilk çalışmalar 1990'lı yılların başında başlamıştır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılacak değerler coğrafi veri tabanından elde edilerek planların hızlı ve doğru şekilde yapılması amaçlanmıştır. Ülkemizde son yıllarda otoyolların planlamasında kullanılan sayısal fotogrametri destekli sayısal arazi modellerinin; dağlık bölgelerde yer alan orman yollarının plan ve proje çalışmalarında kullanılması para ve zaman olarak yapılan harcamaları büyük ölçüde azalmıştır. Çünkü yapılan araştırmalar sayısal veriler ile bilgisayar ortamında çalışmanın, klasik yöntemle göre çok daha ucuz olduğunu göstermektedir (Arıca, Çalışkan, Gümüş, Acar, 2007).

Genel anlamıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, islenmesi ve kullanıcıya

sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000).

1.8.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar

Coğrafi bilgi sistemlerinin bir bilgi sistemi oluşu ve bu bilgilerin coğrafi bilgilere çok iyi bir uyumla bağlanabilmesi gibi özellikleri, çok daha farklı alanlarda kullanılmasına olanak tanımaktadır. Şehir planı yapılmasında, arazi değerlendirmesi ile birlikte arsa bedellerinin arazi ve şehir konumuna göre fiyatlarının belirlenmesinde, en kısa ve trafiğin az yoğunlukta olduğu yolların bulunmasında ve konumlarının tespitinde, taşımacılıkta otoyolların planlanmasının yanı sıra trafik yoğunluğuna göre etkili yol ve cadde planlarının yapılmasında, içme suyu kaynaklarının tespitinde, nüfus yoğunluklarının ve nüfus artış oranlarının belirlenmesinde, şehirlerde suç ve hastalık dağılımlarının belirlenmesi gibi alanlarda coğrafi bilgi sisteminin kullanımı mümkündür.

1.8.2. (CBS)'nin Orman Yollarının Planlanmasında Kullanılma Olanakları

Coğrafi bilgi sistemi(CBS) mekânsal analizlerin gerçekleştirilmesinde, planlama, yönetim ve karar vermede kullanılan önemli bir sistem haline gelmiştir (Yomralıoğlu, 2000). Ülkemizin en önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanlarımızdan daha fazla yararlanma ve devamlılık prensibine göre planlanması ve işletilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılması vazgeçilemez bir durum olmuştur.

Coğrafi bilgi sistemlerinin bu kadar gelişme göstermesinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir;

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

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

CBS orman yol ağı için en uygun yeri seçmek ve alternatifleri değerlendirmek için orman yöneticilerine yardımcı olmada yararlı olduğunu da gösterir. Bu uygulamaların teorik

kısımları, orman yollarının yerleştirilmesi için genel prosedürler üzerinde durularak kısaca tartışılır (Tucek, 1999).

Orman yollarının planlanması için oluşturulacak bir coğrafi bilgi sisteminin veri tabanı için bilgisayar ortamına girilen grafik ve grafik olmayan veriler şunlardır:

Grafik Veriler: Eşyükselti eğrileri, çalışma alanındaki mevcut yollar, amenajman planında yer alan meşcere tipi sınırları, bölme sınırları ve çalışma alanındaki akarsu ve kayalık alanlardır.

Grafik Olmayan Veriler: Meşcere tiplerinin hektardaki artım ve servet miktarları, yollara ilişkin olarak, yolların kod numaraları, eğim değerleri, yol tipleri, üstyapı durumu ve inşaat durumlarıdır.

1.9. Global Positioning System (GPS)

GPS, ABD tarafından geliştirilmiş, herhangi bir yerde ve zamanda konum belirlemeye yarayan, uydu tabanlı bir sistemdir. Sistem; kontrol, uzay ve kullanıcı bölümleri olmak üzere başlıca üç birimden oluşmaktadır. Dünya çapında kullanıcılara üç boyutlu konum, zaman ve hız verilerini sağlamak üzere bu bölümler birlikte çalışmaktadır. GPS ölçümlerinde amaç ve beklenen hassasiyete göre değişik alıcılar ve yöntemler kullanılmaktadır. Alıcıların konum belirlemesini sağlamak üzere uydu sinyalleri ile gönderilen özel kodlar C/A kodu ve P kodu olarak bilinmektedir. Sivil alıcıların kullandığı anlık koda C/A kodu denir. ABD'nin; kasıtlı olarak oluşturduğu yanıltıcı etkiyi azaltmasıyla, bu kod kullanılarak 15 metre civarında hatayla konum belirlenebilmektedir. Yüksek doğruluk gerektiren çalışmalarda çift frekanslı ve hem kod hem de taşıyıcı fazlarını ölçebilen alıcılarla, bağıl konumlama tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Bu alıcılarla açık alan koşullarında milimetrenin altında sonuçlar elde edilebilmektedir.

Orman yollarının projelendirilmesi esasları önceden klasik yöntemlerle yapılırken günümüzde, teknolojik gelişmelere paralel olarak bilgisayar destekli yapılmaya başlanmıştır. Yol güzergâhlarının geçiş noktalarının konumsal olarak belirlenmesinde GPS alıcısı kullanılmaktadır. GPS alıcısı, konum verisini bilgisayar hafızasına transfer etmek için kayıt yapabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle GPS sadece konum bilgisini (o anki) vermekle kalmaz, aynı zamanda nerede olduğunu da (geçmişte) söyler. Böylece, GPS CBS için veri girişi aracı olarak hizmet edebilir.

Dünyada başta ABD, Kanada, Avustralya, Finlandiya, İsveç, İsviçre, Norveç ve Danimarka olmak üzere birçok ülke, ormancılık çalışmalarında GPS' i kullanmaktadır. Ülkemizde de kullanılması gerekli olan GPS' in ormancılık çalışmalarında uygulama alanları aşağıdaki gibidir;

1- GPS' in kullanıldığı gelişmiş ülkelerde orman kadastro sorunu çok önceleri çözümlendiği için bu alanda kullanılmamaktadır. Ancak ülkemizde GPS'in hem nirengi sıklaştırma, hem de orman sınırlama işlemlerinde kullanılması çalışmalara hız kazandıracaktır,

2- Orman kadastro komisyonlarını en çok uğraştıran aplikasyon uygulamaları (real time yöntemiyle),

3- Orman yollarının planlama ve yapımı,

4- Meşcere tiplerinin sınırlarının tespiti,

5- 1/5000 ölçekli orman haritalarının üretimi,

6- Orman amenajmanı çalışmalarında deneme alanlarının tespiti,

7- Orman yangınlarında GPS ile bağlantılı, dumana duyarlı sensörlerin kullanılması ile yangının kesin yerinin hızlı bir biçimde tespit edilmesi,

8- Orman içinde veya kenarında bulunan anıt ağaçların koordinat değerlerinin tespiti (Pırtı, 2017).

2. MATERYAL

2.1. Çalışma Alanının Tanımı

Tonya Orman İşletme Şefliği Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü yapısında yer almaktadır. İlgili şeflik $40^{\circ} 43'32'' - 40^{\circ}58'25''$ kuzey enlemleri ile $39^{\circ}12'20'' - 39^{\circ}22'43''$ doğu boylamlarında bulunmaktadır. İlgili şefliğin deniz seviyesine göre en alçak noktası 290 metre olup, en yüksek noktası ise 2335 metre ile Gez Tepesi'dir (Anonim, 2009).

Şefliğe ait ormanlık alanlar içerisinde elde edilen orman ürünleri Trabzon ve civar şehirlerde değerlendirilmektedir. Tonya Orman İşletme Şefliğince açılan sahalarda tamamen dikili satış yapıldığından emvaller için bir depo yeri bulunmamaktadır. Şefliğin üretim sahaları genelde şeflik merkezinin 10 km kadar güneyinde başlamakta ve ortalama 1100 m rakımda bulunmaktadır. Üretilen emvalin tüketim merkezine taşıma uzaklığı Trabzon il merkezine 72 km, Tonya ilçe merkezine 10 km'dir. Ayrıca şeflik alanı içerisinde mesire yeri ve milli park bulunmamaktadır.



Şekil 12. Tonya orman işletme şefliğinin konumu

2.2. Çalışma Alanının Yetiştirme Ortamı ve Topoğrafik Özellikleri

MTA verilerine göre şeflik alanın kayaç yapısı genel olarak; üst kretase-paleosen ve eosen volkaniklerinden oluşmaktadır. Başlıca bulunan kayaç türleri ise Bazalt ve Granit'tir. Ayrıca yer yer kireçtaşı ve karbonatlı diğer kayaçlarda bulunmaktadır (Anonim, 2009).

Toprak tiplerinin yayılışına bakıldığında; Kahverengi orman toprağı, Podzolojik topraklar ve mera alanlarında ise Yüksek Dağ Mera Toprakları geniş yer kaplamaktadır. Toprak derinliği arazi yapısına göre değişmekte olup 40-130 cm arasında değişiklik göstermektedir. Şefliğin klimatolojik duruma bakıldığında ise Tonya Orman İşletme Şefliğine bağlı olan bölgede Doğu Karadeniz İkliminin etkisi bulunmaktadır (Anonim, 2009).

Tonya Orman İşletme Şefliğine ait asli ağaç türleri; Ladin, Kayın, Kızılağaç, Göknar, Sarıçam, Kestane, Meşe türleri, Gürgen, Akçaağaç, Karaağaç, Kavak, Huş türleridir. Araştırmaya konu olan şeflikte toplam 271 bölme bulunmaktadır. Şefliğin toplam büyüklüğü 20309,5 ha olup, bunun 12435,1 ha'ı ormanlık alandır (Anonim, 2009).

Tonya Orman İşletme Şefliğinin servet ve artım durumu aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 4. Tonya orman işletme şefliğinin servet durumu

İşlem Üniteleri	Alanı(ha)	Serveti (m³)
Ekonomik Fonksiyon		
A- Ladin + Kayın İşletme Sınıfı	4855,2	936012
Ekonomik Fonksiyon		
B- Ladin + Kayın + Kızılağaç İşletme Sınıfı	1613,4	231019
C- Ladin + Kayın İşletme Sınıfı	3354,8	719021
D- Kızılağaç + Kestane İşletme Sınıfı	825,2	107148
F- Ladin İşletme Sınıfı	64,6	11950
Sosyal Fonksiyon		
E- Kızılağaç + Gürgen + Kayın İşletme Sınıfı	1721,9	192247
Toplam	12435,1	2197397

Tablo 5. Tonya orman işletme şefliğinin artım durumu

İşlem Üniteleri	Alanı(ha)	Serveti (m³)
Ekonomik Fonksiyon		
A- Ladin + Kayın İşletme Sınıfı	4855,2	27760
Ekonomik Fonksiyon		
B- Ladin + Kayın + Kızılağaç İşletme Sınıfı	1613,4	8140
C- Ladin + Kayın İşletme Sınıfı	3354,8	21425
D- Kızılağaç + Kestane İşletme Sınıfı	825,2	3942
F- Ladin İşletme Sınıfı	64,6	296
Sosyal Fonksiyon		
E- Kızılağaç + Gürgen + Kayın İşletme Sınıfı	1721,9	8686
Toplam	12435,1	70249

Tonya İşletme Şefliğine ait periyodik ve yıllık etalar odun üretimi amaçlı sahalarda 8534,2 m³, diğer amaçlı ormanlarda 1883,0 m³, toplam yıllık eta ise 10110 m³'tür. Ayrıca ön görülen dikili kuru miktarı 22 m³ olup, toplam periyodik eta 202200 m³'tür (Anonim, 2009).

2.3. Arazi Çalışmalarında Elde Edilen Veriler

Tonya Orman İşletme Şefliğinin amenajman planı temel alınarak öncelikle şeflik sınırları tespit edilmiş, mevcut yollardan istifade edilerek plan ünitesi arazide etüt edilmiş, GPS, tablet bilgisayar, eğimölçer ve diğer ölçü aletleri ile gerekli tespitler yapılmıştır.

Arazi çalışmalarına mevcut yolların tespiti ile başlanılmış, yolların gezilmesi sırasında tüm Şeflik arazisi de incelenmiş ve gerekli notlar alınarak ormanların durumu (ekolojik ve ekonomik açıdan), açıklık sahalara, köprüler, kayalık ve heyelanlı yerler belirlenmiş ve plan haritasına işaretlenmiştir.

Planlanan yol güzergahları, hakim tepelerden gözlem yaparak, uydu görüntüleri kullanılarak ve kayalık alanlarda dikkate alınarak 1/25000 ölçekli haritaya işaretlenmiştir.

Yamaç ve yol eğimi hesaplamalarında üç boyutlu arazi modellemesi yapılarak saha ve güzergâhlar için eğim profilleri ve haritası çıkarılmış ve kullanılmıştır. Mevcut yollar

292 sayılı tebliğe göre arazide gezilmiş, ilgili tebliğ doğrultusunda incelenerek 1/25000 ölçekli haritasına işlenmiştir.

Buna göre Tonya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki yolların kilometre olarak özet durumu aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir.

Tablo 6. Tonya orman işletme şefliği sınırları içerisindeki yolların km olarak özet durumu

Kuruluşun Adı	Toplam Tülü Km	Ham Yol Tülü Km	Stabilize Tülü Km	Asfalt Tülü Km	Büyük Onarım Tülü Km
OGM	138+917	32+193	106+724		1+776
BŞB	193+825		193+825		
TCK	31+610			31+610	
TOPLAM	364+352	32+193	300+549	31+610	1+776

Tonya Orman İşletme Şefliğinin mevcut orman yollarının arazideki kontrollerinde; 110+837 km'lik kısmında sanat yapılarının sağlam ve kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Bir kısmında sanat yapılarının hiç yapılmadığı, bir kısmında ise sanat yapıları olduğu halde bunların zaman içerisinde bozulmuş olduğu ve mutlaka yenilenmesi gerektiği görülmüştür.

Orman İşletme Şefliğinde yapılan incelemeler sırasında mevcut orman yollarının 106+724 km'lik kısmında üst yapının mevcut olduğu tespit edilmiş olup, üst yapısı bulunmayan yollar için yeni planlamalar gerektiği tespit edilmiştir.

Arazi çalışmaları sonucunda Tonya Orman İşletme Şefliğinin orman yollarında 5 adet köprü bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Tonya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde milli park olmayıp, mesire yeri bulunmamaktadır.

2.4. Orman Yolu Planlamasında Kullanılan CBS Altlıkları

Orman yol ağı planlamalarında kullanılan CBS altlıkları,

-Topoğrafik haritalar

-Yol şebeke planları

- Meşcere haritaları
- Hava fotoğraflarıdır.

Çalışma alanının tanınması açısından önemli olan faktörlerin arazide kontrol edilmesi için araziye çıkılmalıdır. Arazi çalışmaları sırasında topoğrafik harita, mevcut yol şebeke planı, meşcere haritası ve hava fotoğrafları hazır bulundurulmalı ve haritalar ile arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir.

2.5. Araştırmada Kullanılan Yazılım ve Donanımlar

Araştırmada arazi çalışmaları sırasında mevcut verilerin toplanması için GPS alıcısı olan GARMİN marka el GPS'i ve dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında gerekli görülen noktalarda fotoğraf çekimi için CANON EOS 350 D marka dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Mevcut orman yollarının genişlik ve eğim ölçümleri için 20 m boyutunda çelik şerit metre ve klizimetre kullanılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri analizi için ArcGIS 10.2 yazılımı kullanılmıştır. Hazırlanan haritaların çıktısı için HP 450C çizici kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Arazide Veri Toplama ve Değerlendirme

Arazide yapılan çalışmalarda, araştırma alanı içerisinde bulunan tüm orman yolları ayrı ayrı incelenmiştir. Bu yolların uzunlukları, genişlikleri, eğimleri, üst yapı tipleri, belirli yerlerdeki en kesitleri alınarak yolların genel durumları belirlenmiştir. Bunların yanında, tüm bu yollar üzerindeki sanat yapıları tek tek incelenmiştir. Sanat yapılarının tipleri, genişlikleri, uzunlukları belirlenmiştir. Alan içerisindeki orman yolları incelenirken, yolların alan kullanım fonksiyonlarına göre durumu göz önünde tutulmuştur. Alan içerisindeki ana arter durumundaki asfalt yolları, mesire alanlarına giriş çıkışı sağlayan orman yolları ve su koruma alanlarındaki yollar gibi yolların fonksiyonlarına göre mevcut durumları belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında topografik harita, mevcut yol şebeke planı ve meşcere haritası arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca arazi ve yol eğimlerinin kontrolü için klizimetre ve nisan levhası kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Araştırmada, çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli haritalar kullanılmıştır. GPS (Global Position System) cihazı yardımıyla çalışma alanına ait yollardan belirli aralıklar ile koordinatlar alınmış elde edilen veriler sayısal ortama aktarılmıştır.

3.2. CBS Altlıklarının Sayısal Olarak Hazırlanması ve Verilerin Düzenlenmesi

Araştırma alana ait verilerin elde edilmesi ve mevcut haritaların sayısal hale dönüştürülerek coğrafi bilgi sistemleri veri tabanına kaydedilmesi ile başlamıştır. Mevcut veriler Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Tonya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan orman yollarında yapılan arazi çalışmalarından alınmıştır.

Çalışma alanını temsil eden 1/25000 ölçekli memleket haritaları, sayısal hale çevrilmiş ve coğrafi bilgi sisteminin veri tabanına kaydedilmiştir. Gerçekleştirilen sayısallaştırma işlemi manuel yöntemle ve tablosal öznitelik verilerinin de veri kütüklerine

aktarılması yöntemi ile yapılmıştır. Haritaların sayısallaştırma işleminde ve coğrafi bilgi sistemi veri tabanı oluşturulmasında ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

İlgili Şefliğin alanına ilişkin olarak coğrafi yapının tespit edilmesi amacıyla sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. İlgili şefliğe ait 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan her 50 metreden geçen eşyüksekti eğrileri sayısallaştırılarak, topoloji oluşturulmuş ve öznitelik verisi olarak yükseklik bilgileri işlenmiştir. İlgili alanın farklı açılardan görüntüleri ve uzunluk bilgileri, eğim ve bakı bilgilerini içeren yeni katmanlar elde edilmiştir. İlgili alana ait, orman meşcere haritası sayısallaştırılmış olup, kullanım için hazır hale getirilmiştir. Bu alan içerisinde bulunan dereler ve mevcut yollar da sayısallaştırılarak coğrafi bilgi sistemleri katmanları haline dönüştürülmüş ve veri tabanı sorgulamaları için hazır hale getirilmiştir.

3.3. Orman Yol Ağının Planlanması

Arazide mevcut orman yollarının tespiti sırasında belirlenmiş olan yeni yol planlaması gereken bu alanların muhtemel yol başlangıç-bitişi olabilecek bölgelerde mevcut yollara sağlıklı bağlanabileceği yerlerin nokta kaydı yapılarak koordinat değeri alınmıştır. Mevcut yol ağı planının belirlenmesinden sonra yapılan gözlem ve analizler sonucunda mevcut yol ağı planına eksik olan yeni yol parçaları planlanmıştır. Yeni yolların planlanması sırasında güney bakılar düşünülmüş ancak planlama yapılan alan genel bakısı kuzey olduğu için zorunluluk hallerinde kuzey bakılar kullanılmıştır. Gözlem olarak yamaç uzunlukları ölçümleri yapılmış ve işletmeye açılmayan alanların tespiti ve bu alanların servet durumlarına göre yapılmıştır. Bu işlemler CBS analizleri ve veri tabanı sorgulaması ile yapılmıştır. Bu veriler doğrultusunda 206, 207, 211, 216, 220, 221, 223 ve 225 kod numaralı orman yolları planlanması yapılmıştır.

Bu düşünceler ışığında; ormancılık hizmetlerinde kullanılacak köy yolları da dikkate alınarak mevcut orman yollarına ilave olarak 27+046 km. yeni yol planlanmıştır. Planlanan yolların tamamı yamaç yoludur. Böylelikle plana alınan toplam orman yol uzunluğu 167+739 km. olmuştur. Oluşturulan mevcut ve planlanan yollar sonucu 292 sayılı tebliğdeki yol yoğunluğu oranına, yol yoğunluğu ve yol aralığı değerleri ilgili denklemlere göre hesaplanmıştır.

3.4. Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması

Çalışma alanının sayısal arazi modeli oluşturulurken, Harita Genel Komutanlığı'nın ürettiği (Trabzon G42-G43) 1/25000 ölçekli topografik haritalar kullanılmıştır.

Çalışma alanına ait arazi modellemesi yapılabilmesi için memleket haritaları üzerinde bulunan eşyüksekti eğrileri ArcGIS 10.2 programında işlenerek sayısal hale getirilmiştir. Sayısal arazi modelinin oluşturulması için çizilen eş yüksekti eğrilerinin her birine yükseklik değeri verilmiştir. Sonrasında TIN (Triangulated Irregular Network) oluşturularak 3 boyutlu arazi modeli elde edilmiştir. Yükselti değerleri girilerek veri tabanında sayısal hale getirilen eş yüksekti eğrileriyle TIN komutu kullanılarak yükseklik haritası oluşturuldu. Bunun sonucunda yükseklik katmanlarını gösteren SAM (Sayısal Arazi Modeli) haritası oluşturulmuştur.

3.5. Eğim, Bakı ve Yükseklik Haritalarının Oluşturulması

Sayısal arazi modeli kullanılarak arazinin yükseklik, eğim, bakı verileri elde edilmiştir. İki nokta arasındaki yatay mesafenin yükselti farkına oranı olan eğim, yüksekliğin x ve y yönündeki değişimidir. Bu çalışma kapsamında alanının eğim durumunun belirlenmesi ve eğim gruplarının oluşturulması amacıyla eğim haritası hazırlanmıştır. Sayısal arazi modelinden, öznelik bilgisi olarak yüzde (%) veya derece (°) cinsinden eğim değerlerini, bulduran yeni bir katman elde edilmiştir.

Eğim grupları haritasının oluşturulmasında IUFRO (Uluslararası Ormancılık Araştırma Kuruluşları Birliği)'nin eğim sınıfları kullanılmıştır. Eğimin; % 50 den Büyük olduğu alanlara Çok Dik Araziler, %50-34 olduğu alanlara Dik Araziler, %33-21 olduğu alanlara Orta Eğimli Araziler, %20-11 olduğu alanlara Hafif Eğimli Araziler, %10-0 olduğu alanlara da Düz Araziler denmektedir. Bu kabullere göre eğim sınıfları oluşturulmuştur. Eğim haritasının oluşturulmasında sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır. Bu eğim sınıfları planlanacak güzergâhların tespitinde ve yol eğimlerinin hesaplanmasında dikkate alınmıştır. ArcGIS 10.2 yazılımının modülü kullanarak hazırlanan eğim haritası, eğim sınıflarına göre gruplandırılarak değişik renklerle gösterilmiştir.

Bir dağ yamacının güneş ışınlarını alma durumuna olan bakı, eğimli yüzeyin azimut açısı olup, eğim yönü olarak da düşünülebilir. Sayısal arazi modeli kullanılarak alanının

bakı haritası oluşturulmuştur. Sayısal arazi modelinden öznitelik bilgisi olarak 0-360° bakı değerlerini içeren farklı bir katman elde edilmiştir. Bu katman üzerinde yeniden sınıflandırma fonksiyonu kullanılarak açı değeri olarak verilen bakılar 8 yön olarak gruplandırılmıştır. Bakı orman yollarının planlanmasında önemlidir.

Topoğrafik harita üzerinden çizilen eş yükselti eğrilerine kot (rakım=yükseklik değeri) verilmesi ile yükseklik haritası oluşturulmuştur. Yükseklik haritası ile planlama yapılacak alanın yükseklik değerlerini ve planlanacak güzergahın baş-son noktaları arasındaki kot farklarını kolayca sorgulanabilmektedir.

3.6. Orman Fonksiyonları Haritası

Sürdürülebilir ormancılığın temelini oluşturan orman fonksiyonları haritasının oluşturulabilmesi için öncelikle mevcut amenajman planlarında meşcere haritası oluşturulmuştur. Bununla beraber her bölme yine amenajman planından alınan veriler doğrultusunda gördüğü fonksiyona göre tanımlanarak araştırma alanının fonksiyon haritası elde edilmiştir. Amenajman planından alınan fonksiyonlardan yararlanarak oluşturulan orman fonksiyon haritası, orman yollarının nerelerde gerekli olduğunu nerelerde çevreye zarar verebileceğini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

3.7. Orman Yolu Sanat Yapıları

Mevcut sanat yapılarının tespiti için arazideki mevcut orman yolları GPS yardımıyla gezilmiş ve iz kaydı yapılarak mevcut yolların koordinat ve uzunluk bilgileri kaydedilmiştir. Bu esnada yol planlamasında mevcut yolların ihtiyacı olan sanat yapısı, üst yapı, hendek gibi gereken tüm yapılar arazide başlangıç-bitiş noktalarında(sanat yapılarında) GPS ile nokta kaydı yapılarak iş miktarları ve yapılacak işlerin koordinatlı yerleri tespit edilmiştir.

Arazide yapılan çalışmalar sırasında topoğrafik harita ve mevcut yol ağı planı hazırda bulundurulmuş ve haritalar ile arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Arazi yapılan çalışmalar sırasında mevcut sanat yapılarının fotoğrafı çekilmiş ve sanat yapısı yapılması gerekli alanlar tespit edilerek yol

kodları ile birlikte kayda alınmıştır. Ayrıca arazi çalışmaları esnasında yolların mevcut üstyapı durumları da incelenmiş ve üstyapı çalışması gerekli olan yollar belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması

Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Tonya Orman İşletme Şefliği alanı içerisinde 138+917 km orman yolu bulunmaktadır. Ayrıca Karayolları Genel Müdürlüğü'nün İşletme Şefliği sınırları içerisinde 31+610 km yolu mevcuttur. Şeflik alanı sınırları içerisindeki köy ve mahalle yollarının toplam uzunluğu ise 193+825 km'dir.

Tüm bu verilere göre Tonya İşletme Şefliği sınırları içerisindeki yolları km olarak özet durumu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7. Mevcut orman yollarının km olarak özeti

Kuruluşun Adı	Toplam Tulü Km	Ham Yol Tulü Km	Stabilize Tulü Km	Asfalt Tulü Km	Büyük Onarım Tulü Km
OGM	138+917	32+193	106+724		1+776
BŞB	193+825		193+825		
TCK	31+610			31+610	
Toplam	364+352	32+193	300+549	31+610	1+776

Tonya İşletme Şefliğinin genel sahası ve toplam yol miktarı göz önüne alındığında alanın yol yoğunluğunun 14 m/ha olduğu gözlenmektedir. Bu yol yoğunluğu tüm Avrupa ormancılığı ve ülkemizdeki ormancılık çalışmaları için optimum kabul edilen (itibari yol yoğunluğu %1) % 1'in altında kalmaktadır. Yol aralığı ise 714.28 m. hesap edilmiştir. Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü OGM'nin "Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları" hakkındaki 285 sayılı Tebliğinde 5. derecede yangına hassas olarak belirtilmiştir. Bu durum üretim ve koruma faaliyetleri başta olmak üzere diğer ormancılık faaliyetlerinin de istenilen düzeyde, etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesinin zor olduğunu göstermektedir.

Mevcut planın günümüz ormancılığı açısından değerlendirmesi yapıldığında, çeşitlenen ormancılık faaliyetleri karşısında yetersiz kaldığı değerlendirilmiştir. Bu nedenle her türlü ormancılık hizmetlerine cevap verecek ve uygulanabilirliği kolay, doğaya en az zararı verebilecek yeni bir yol planlaması gerekmektedir.

Bu düşünceler ışığında; arazinin ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olarak belirlenmiştir. Ormancılık hizmetlerinde kullanılacak köy yolları da dikkate alınarak mevcut yollara ilave olarak 27+046 km yeni yol planlanması yapılmıştır. Ayrıca yapılan arazi çalışmalarında 224 kodlu yolun 1+776 km'lik kısmında doğal afetler sonucunda meydana gelmiş bozulmalar (yol daralması, yol yüzeyinde meydana gelen bozulmalar) tespit edilmiş olup, bu bozuklukların büyük onarım planları doğrultusunda giderilmesi gerekmektedir. Planlaması yapılacak yeni yollarla birlikte orman içerisinden geçen orman yolu 231+457 km ve kapsadığı alan (orman yolu genişliği 5 m. köy yolu genişliği 6m.) 1236+238 m² olduğundan yol yoğunluğu ormanlık alanın $1.236.238 / 1.243.510 = \% 0,99$ (19,80 m/ha) olacaktır. Planlanan yollara ait bilgi yol kodları ile birlikte Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 8. Tonya orman işletme şefliği orman durumu ve yol yoğunluğu(%)

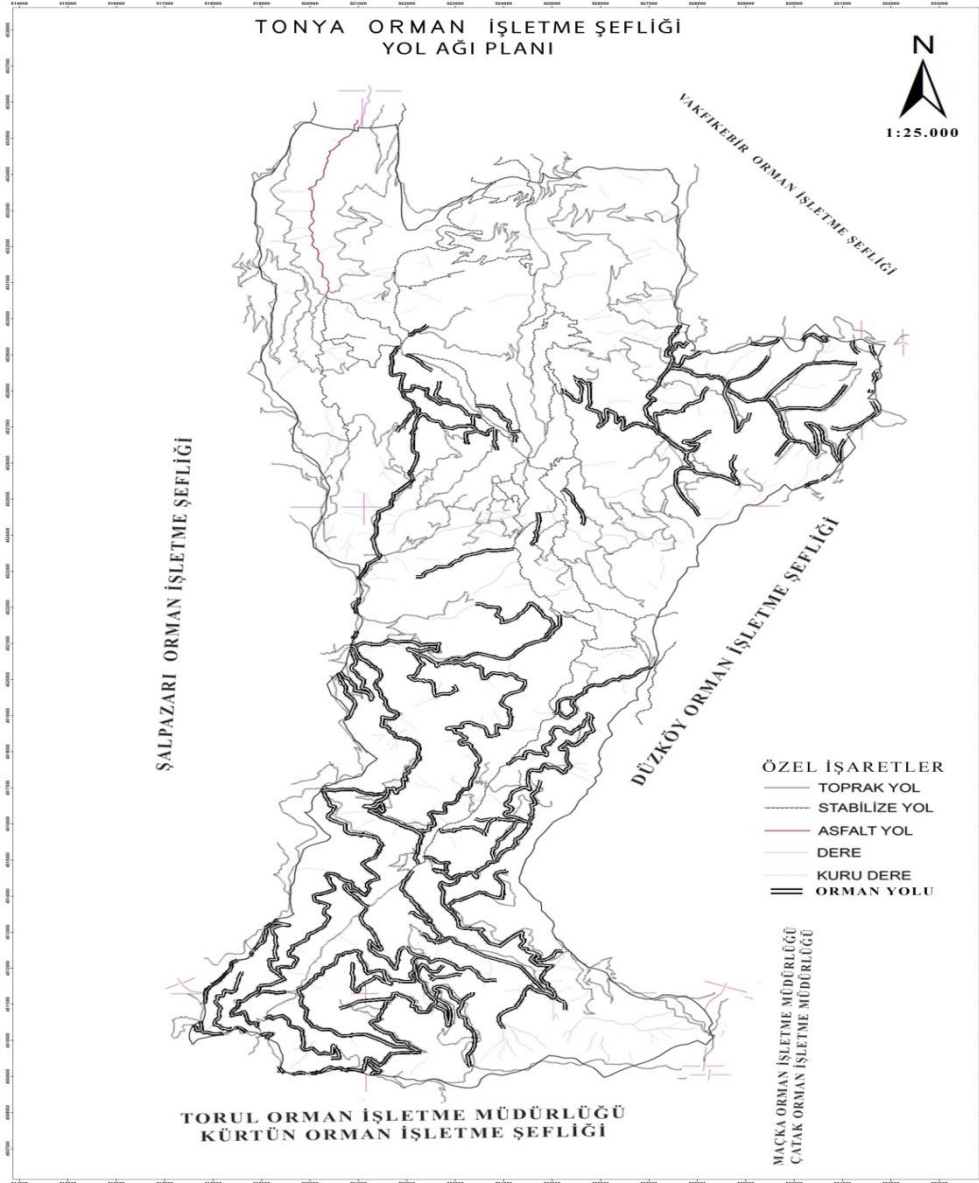
Tonya Orman İşletme Şefliği								
Orman Durumu ve Yol Yoğunluğu								
Ormanlık Alan	İtibari Yol Yoğunluğu Ormanlık Alan/100	Ormanlık Alanda Mevcut ve Planlanan Yolların						Gerçek Yol Yoğunluğu
			Boy	x	Eni	=	Alanı	%
m ²	m ²		m		m		m ²	
124.351.000	1.243.510	Karayolları			10			0.99
		Köy Yolları	=	78+953		6	473+718	
		Orman Yolları	=	152+504		5	762+520	
		Toplamlar	:	231+457			1236+238	

Tablo 9. Tonya orman işletme şefliği planlanan orman yolları

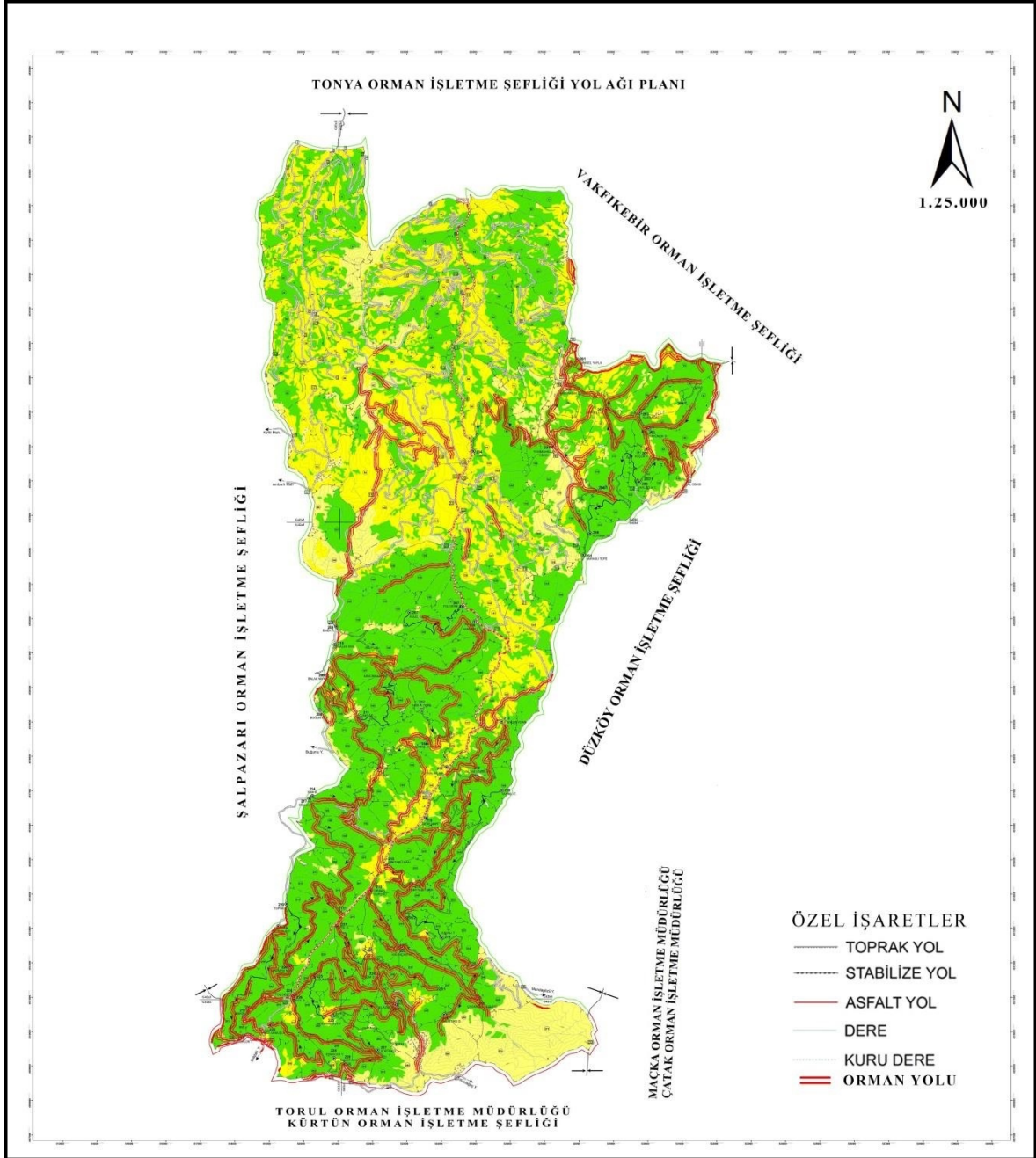
Yol Kodu No	Yolun Tülü(Tüm) Km.	Yolun Tülü(Mev) Km.	Yolun Tülü(Planlanan) Km.	Büyük On. Çal. (Yap) Km
201	8+225	8+225		
202	8+365	8+365		
203	5+562	5+562		
204	8+702	8+702		
205	2+847	2+847		
206	2+379	2+379	4+424	
207	6+803		4+217	
208	7+832	7+832		
209	2+761	2+761		
210	8+424	8+424		
211	4+182		4+182	
212	4+381	4+381		
213	3+157	3+157		
214	3+264	3+264		
215	10+347	10+347		
216	10+093	6+710	3+383	
217	13+573	13+573		
218	8+699	8+699		
219	5+620	5+620		
220	2+472	1+043	1+429	
221	3+008		3+008	
222	6+468	6+468		
223	4+659	0+287	4+372	
224	4+650	2+874		1+776
225	2+031		2+031	
226	5+423	5+423		
227	7+709	7+709		
228	4+265	4+265		
Toplam	167+739	138+917	27+046	1+776

Planlanan yeni yollar tamamlandığında üretim, ağaçlandırma sahaları, mesire yerleri, av koruma ve üretim sahaları ile rekreasyon sahalarına ulaşım, orman koruma, yangınla

savaş, orman zararlıları ile mücadele çalışmaları, orman köylüsünün ulaşımı, asli-tali tüm ürünlerin üretimi, toprak muhafaza, erozyon kontrolü ve benzeri bütün hizmetlere olanak sağlayacak olup, ormancılık hizmetlerinin fonksiyonel olarak yerine getirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu sebeplerden dolayı yeni planlanan yollar, üst yapı ve sanat yapısı ihtiyaçları belirli bir düzen içinde tamamlanarak her türlü kullanım fonksiyonuna cevap verebilecek hale getirilecektir.



Şekil 13. Tonya orman işletme şefliği mevcut yol ağı planı

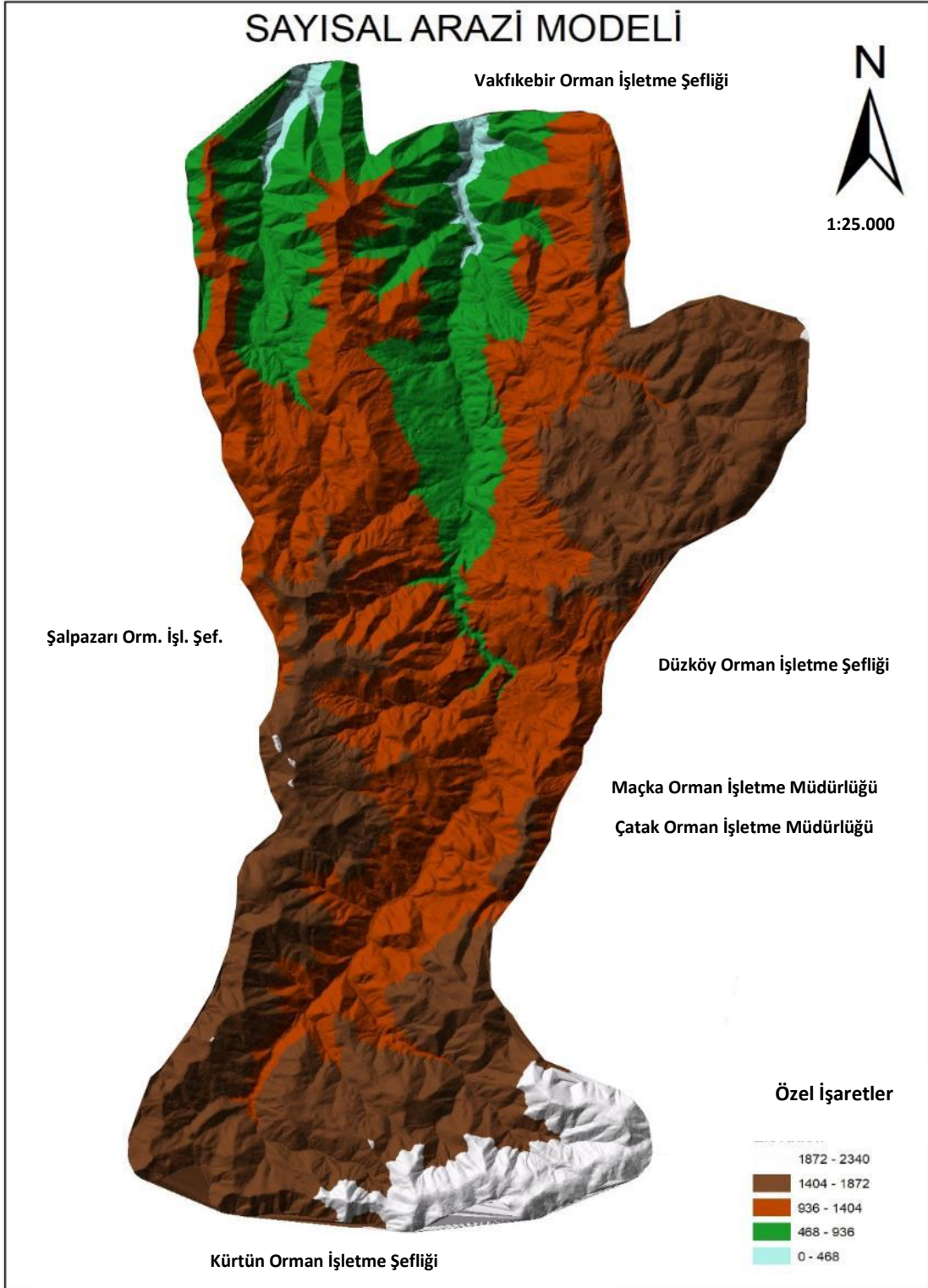


Şekil 14. Tonya orman işletme şefliği yol ağı (mevcut + planlanan) planı

4.2. Sayısal Arazi Modeline Ait Bulgular ve Tartışılması

Bilgisayar ortamına aktarılmış olan ve araştırma alanına ilişkin 1/25000 ölçekli memleket haritaları üzerindeki her 50 m'den geçen eşyükselti eğrilerinin

sayısallaştırılmasından elde edilen noktasal verilerin (X,Y,Z) değerlerinden yararlanılarak çalışma alanını gösteren topoğrafik model hazırlanarak Şekil 15' te verilmiştir.



Şekil 15. Tonya orman işletme şefliği sayısal arazi modeli

Sayısal modelin gerçek araziyi yansıtmada hassasiyeti bu eğrileri sayısallaştırılmasından elde edilen dayanak noktalarının araziyi temsil etmesine bağlıdır. Model üzerinde düz olarak görülen alanlar yerleşim alanlarıdır. Bu alanlar 10 m’de bir geçen eşyüksekti eğrilerinin sayısallaştırılması ile gerçek arazi eğimlerine kavuşacaktır. Fakat bu çalışma için yerleşim alanları göz önüne alınmadığından bu alanlarda 50 m’ de bir geçen eğriler ile yapılmıştır (Şentürk ve ark., 2007).

Oluşturulan 3 boyutlu sayısal arazi modeli, yol planlamasında topoğrafik analizler açısından ve bir noktayı çözecek birden fazla güzergâh arasından en iyi ve en doğrunun seçilebilmesini sağlamakta kullanılmaktadır.

Araştırma alanı olarak seçilen Tonya Orman İşletme Şefliği mülki bakımdan Trabzon ili, Tonya ilçesi sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle idari yönden Trabzon Orman İşletme Müdürlüğüne bağlıdır. Şefliğin doğusunda Çayırbağı Orman İşletme Şefliği, Batısında Şalpazarı ve Ağasar Orman İşletme Şefliği, güneyinde Kürtün Orman İşletme Şefliği, kuzeyinde ise Vakfikebir Orman İşletme şefliği ile komşu durumdadır.



Şekil 16. Tonya orman işletme şefliğinin uydu görüntüsü arazi üzerindeki sınırları

4.3. Arazi Eğimine Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması

Orman yolu yapımında maliyeti arttıran en önemli unsur yamaç eğimidir. Yamaç eğiminin artması ya da azalması durumunda kazı ve dolgu hacimlerinde değişiklik olmakta ve dolayısıyla maliyeti arttırıp azaltmaktadır

Çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli topografik haritanın sayısallaştırılması sonucunda elde edilmiş olan sayısal arazi modelinden yararlanılarak oluşturulan Tonya Orman İşletme Şefliği eğim haritası ve eğim grupları Şekil 17’de görülmektedir. Eğim gruplarına göre şefliğin alan dağılımı Tablo 11’ de verilmiştir.

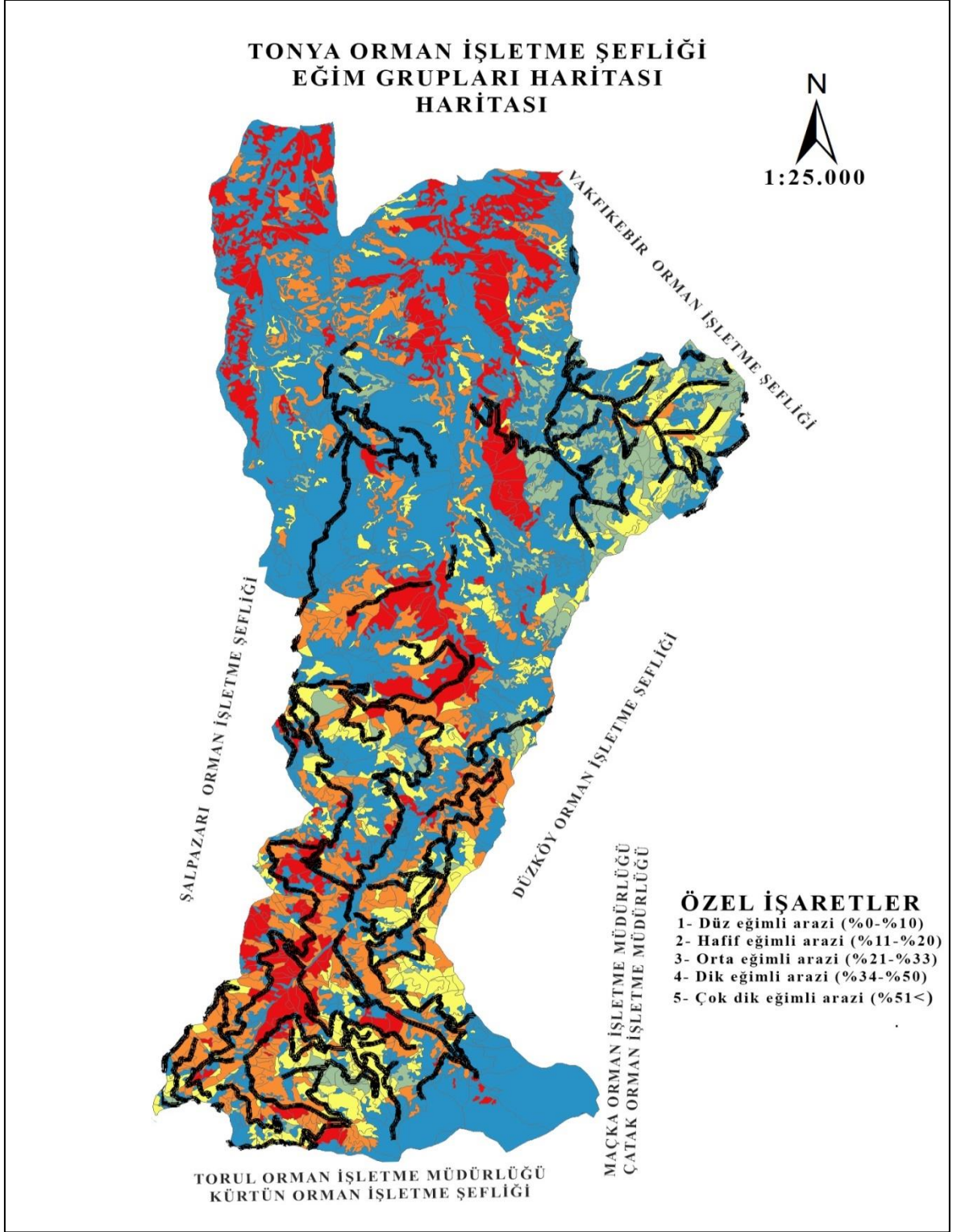
Bu duruma göre alansal olarak en büyük eğim grubu % 0.01-16.10, en düşük alana sahip eğim grubu ise % 16.10-41.20 eğim grubu olarak belirlenmiştir.

Alansal olarak en büyük eğim grubunu 7006,78 ha ile tüm alanın %34.50’ini oluşturan % 0.01-16.10 eğim grubu, en düşük eğim grubunu ise 2376,21hektar ile tüm alanın % 11.70’ünü oluşturan % 16.10-41.20 arası eğim grubu meydana getirmektedir (Tablo 11).

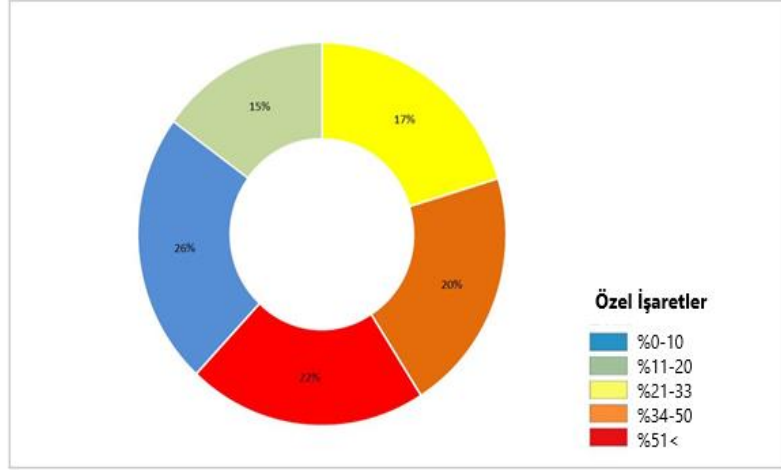
Tablo 10. Eğim gruplarının alansal dağılımı

IUFRO Arazi Eğim Sınıfı	Alan(Ha)	Alan(%)
Düz Eğimli Arazi	7006,78	34.5
Hafif Eğimli Arazi	2376,21	11.7
Orta Eğimli Arazi	2762,10	13.6
Dik Eğimli Arazi	3838,50	18.9
Çok Dik Eğimli Arazi	4325,92	21.3
Toplam	20309,5	100.00

Tablo 11’ den anlaşılacağı üzere 20309,5 ha büyüklüğündeki çalışma alanı orta eğimli arazi sınıfında yer almaktadır.



Şekil 17. Tonya orman işletme şefliği eğim haritası



Şekil 18. Eğime göre orman yolu grafiksel dağılımı

Tablo 11. Eğime göre orman yolu dağılımı

EĞİM SINIFI	KM	%
Düz Eğimli Arazi	40+380	26
Hafif Eğimli Arazi	23+553	15
Orta Eğimli Arazi	33+126	17
Dik Eğimli Arazi	35+137	20
Çok Dik Eğimli Arazi	35+543	22
TOPLAM	167+739	100

İlgili şefliğin eğim gruplarına göre orman yol dağılımına bakıldığında 1. Eğim grubundan 40+380 km, 2. Eğim grubundan 23+553 km, 3.eğim grubundan 33+126 km, 4.eğim grubundan 35+137 km ve 5. Eğim grubundan 35+543 km yol geçmektedir.

Eğim sınıflarına göre renklendirilmiş alanlardan eğimi daha az olan alanların üretim amaçlı kullanılan Üretim İşletme Sınıfı' na ait alanlar olduğu görülmüştür. Tonya orman işletme şefliği alanı içerisinde bulunan orman yollarının eğimli alanlara göre durumlarına bakıldığında orman yollarının üretim amaçlı kullanılan üretim fonksiyonuna ait alanlardan geçtiği görülmüştür.

Ormancılık çalışmalarının başında gelen odun hammaddesi üretimi ve orman yolu yapımı uygun olmayan eğimlerde yapıldığında toprak kaymalarının olduğu bilinmektedir (Larsen ve Parks, 1997). Doğu Karadeniz Bölgesi gibi eğimli araziye sahip orman alanlarında yapılan yollarda kazı malzemesinin çok çıkması, dolguda ise çıkan bu malzemenin tamamının kullanılmaması sebebi ile yol dışına atılması meşçerede büyük zararlar meydana getirmektedir (Öztürk ve Ayberk, 2005).

4.4. Bakıya Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması

Orman yollarında bakı yönleri, yolların güneşlenme sürelerine ve alanın yağış alma durumu üzerinde etkilidir. Orman yol yapımı için yollarında güney bakılar (güneşli bakılar) tercih edilmektedir. Kuzey yamaçlarda yağış daha fazla olacağından bu alanlarda drenaj problemlerinin çözümü önemlidir. Tonya Orman İşletme Şefliği için oluşturulmuş bulunan bakı grupları haritasından elde edilen ve şeflik alanının bakı sınıflarına göre alansal dağılımını içeren veriler Tablo 13' de sunulmuştur.

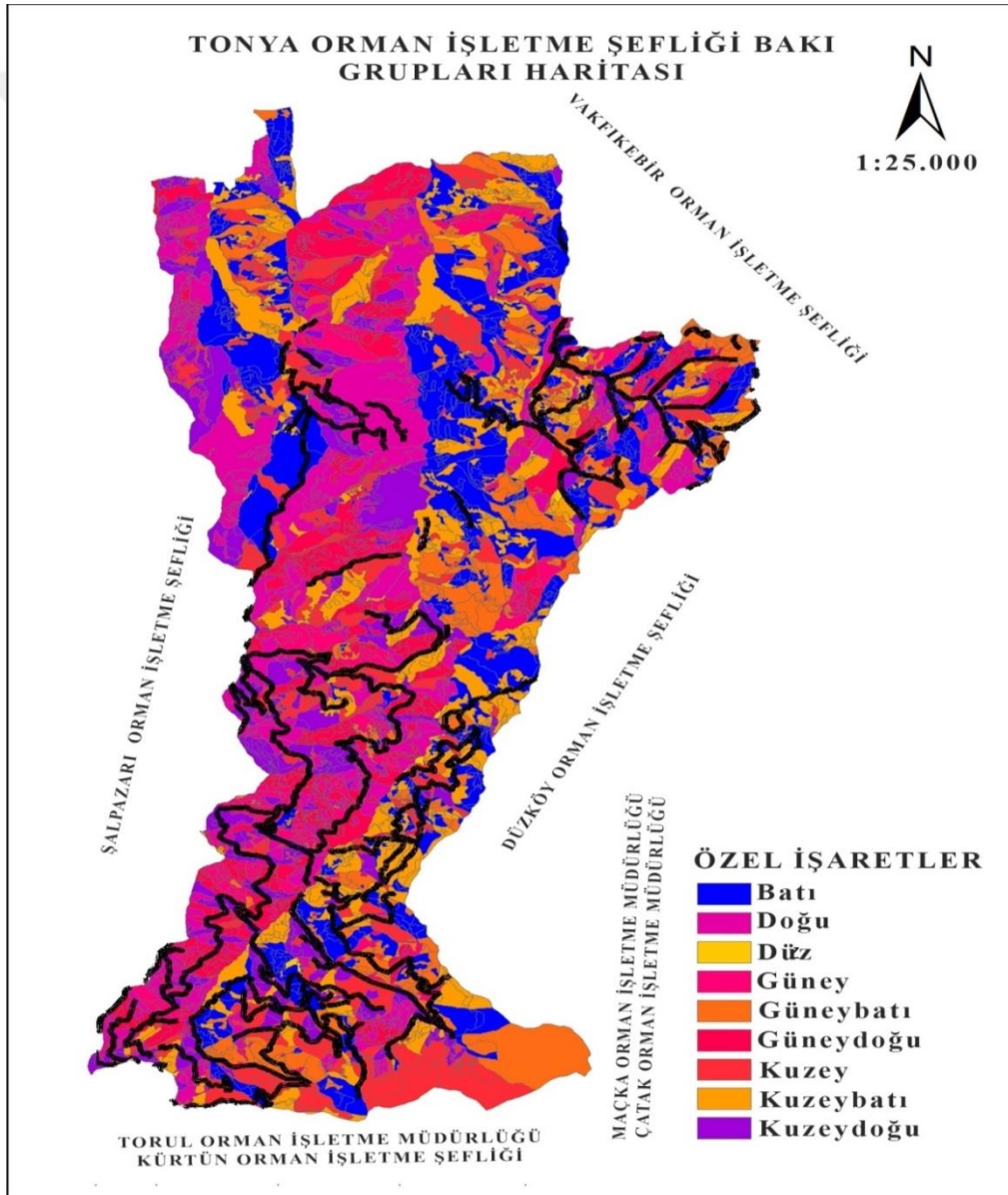
Tablo 12. Çalışma alanının bakı gruplarına göre dağılımı

Bakı Grupları	Alan (Ha)	Alan (%)
Kuzey	2845.36	14.01
Kuzeydoğu	2512.28	12.37
Doğu	2654.45	13.07
Güneydoğu	1210.44	5.96
Güney	1903.00	9.37
Güneybatı	2317.31	11.41
Batı	3208.90	15.80
Kuzeybatı	3657.74	18.01

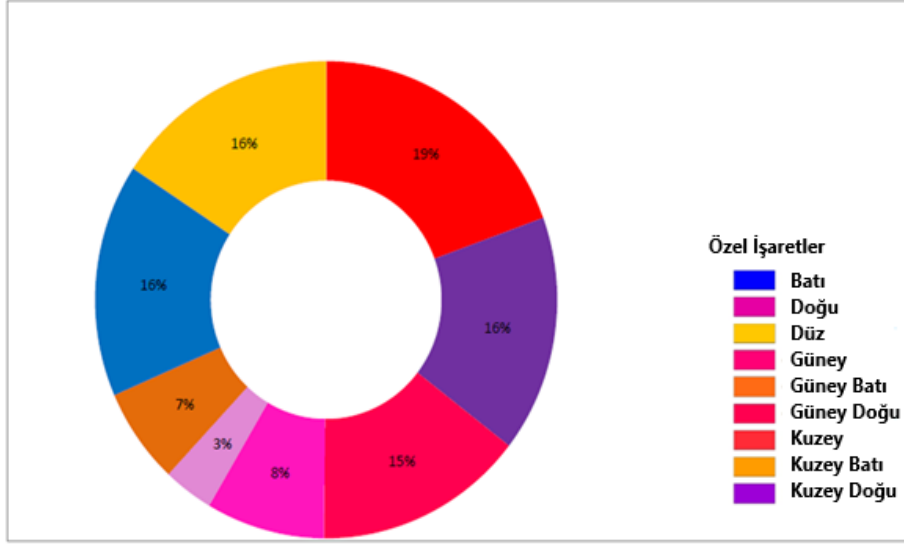
Bakı grupları haritasının (Şekil 19) oluşturulmasında 4 ana yön ve 4 ara yön olmak üzere toplam 8 yön dikkate alınmıştır.

Buna göre alanda ortalama olarak kuzeybatı bakı hâkimdir. Alansal olarak en büyük bakı grubunu 3657,74 hektar ile tüm alanın % 18,01'ünü oluşturan kuzeybatı bakı, alansal olarak en küçük bakı grubunu ise 1210,44 hektar ile tüm alanın % 5,96 'ini oluşturan güneydoğu bakıdır (Tablo 13).

CBS yazılımı yardımı ile elde edilen bulgulara göre çalışma alanında %26,74 orana sahip Güneyli bakılarda (Güney, Güneydoğu ve Güneybatı) bulunan alanların, %44,39 orana sahip Kuzeyli bakılarda (Kuzey, Kuzeydoğu ve Kuzeybatı) bulunan alanlardan fazla olduğu görülmüştür (Tablo 13).



Şekil 19. Tonya orman işletme şefliği bakı grupları haritası



Şekil 20. Bakıya göre orman yolu grafiksel dağılımı

İlgili şefliğin bakı gruplarına göre orman yol dağılımına bakıldığında en fazla yol kuzey bakıdan geçmekte olup, toplam orman yolunun % 19,43 lük kısmını kapsamaktadır. Km olarak ise 32+605 km'ye denk gelmektedir. En az yol ise güney bakıdan geçmekte olup, toplam orman yolunun % 3,5 lik kısmını kapsamaktadır. Km olarak 5+864 'e denk gelmektedir.

Tablo 13. Bakıya göre orman yolu dağılımı

BAKI	KM	%
Kuzey	32+605	19,43
Kuzeydoğu	26+932	16,05
Doğu	24+619	14,68
Güneydoğu	13+924	8,3
Güney	5+864	3,5
Güneybatı	10+888	6,5
Batı	26+539	15,82
Kuzeybatı	26+368	15,72
Toplam	167+739	100

Kuzeyli bakılarda bulunan orman yollarının işletme alanındaki toplam orman yoluna oranı %51,2 olarak hesaplanmıştır (Tablo 14).

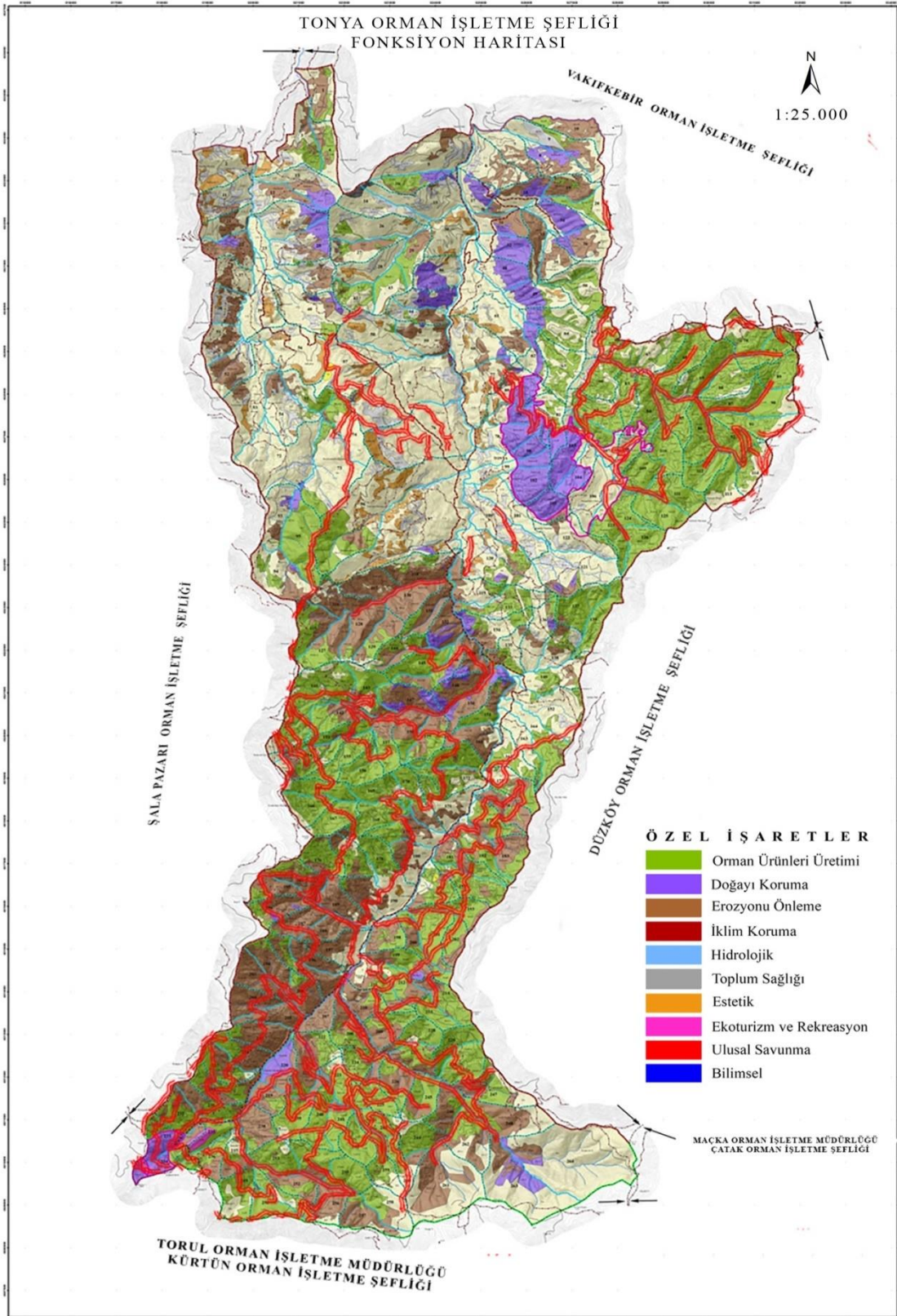
4.5. Orman Fonksiyonlarına Göre Orman Yollarına Ait Bulgular ve Tartışılması

Ormanlara yapılacak olan müdahalelerin yapılabilmesi içinde orman yollarına ihtiyaç vardır. Ancak orman yollarının planlanması da yapımı da ormanlarda belirlenen fonksiyonlara göre farklılık göstermesi gerekmektedir.

Fonksiyonel olarak sınıflandırıldığında söz konusu alan orman ürünleri üretim fonksiyonu, doğayı koruma fonksiyonu, erozyonu önleme fonksiyonu ve estetik fonksiyonlarına sahiptir. Bu fonksiyonlardan orman ürünleri üretim fonksiyonuna sahip alanlar 5686.66 ha'ı, doğa koruma fonksiyonuna sahip alanlar 3655.71 ha'ı, erozyon önleme fonksiyonuna sahip alanlar 3452.61 ve estetik fonksiyona sahip alanlar 2640,24 ha'ı kapsamaktadır. Alanın 4874.28 ha'mıda diğer alanlar (açıklık, yerleşim alanları, tarım alanları vs.) oluşturmaktadır.

Tonya orman işletme şefliği alanı içerisinde bulunan orman yollarının fonksiyon haritasındaki durumlarına bakıldığında orman yollarının üretim amaçlı kullanılan üretim fonksiyonuna ait alanlardan geçtiği görülmüştür. Arazinin ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 167+739 km ve yol yoğunluğu 19,80 m/ha olarak gerçekleşmiştir.

Ormanlık alanlarımızın işletmeye açılabilmesi ve tüm fonksiyonel kullanımlara olanak vermesi için uygun bir yol ağına ihtiyaç bulunmaktadır. Orman yol ağlarının tüm alanı uygun bir şekilde kaplaması ve alanın her bölümüne homojen bir ulaşım sağlayabilmesi için yolların planlama ve projelendirme çalışmalarının tekniğe uygun olarak yapılması gerekmektedir. Bu planlama çalışmaları tekniğe uygun yapılmadığı takdirde yol yapım çalışmaları sırasında çevreye büyük zararlar verilebilmektedir. Buna ek olarak planlama çalışmaları tekniğe uygun yapılmadığında alan tam olarak işletmeye açılmamakta ve ekonomikliğini yitirmektedir.



Şekil 21. Tonya orman işletme şefliği orman fonksiyonları haritası

4.6. Orman Yolu Sanat Yapılarına Ait Bulgular ve Tartışılması

Tonya Orman İşletme Şefliğinin mevcut orman yollarının arazideki kontrollerinde üst yapı ve sanat yapısı durumları incelenmiştir.

Orman yollarının bozulmaması, her zaman trafiğe açık tutulabilmesi ve orman yangınları ile mücadele amacıyla trafik hızının artırabilmesi için 292 Sayılı Tebliğde belirtilen hususlar dikkate alınarak sanat yapıları eksiksiz olarak yapılmalı, yapıldıktan sonra uzun ömürlü kullanılmaları ve bozulmamaları için yıllık bakımları düzenli olarak yapılmalıdır.

Mevcut orman yollarının 106+724 km'sinde üst yapı mevcuttur. Yapılan tespitlerde mevcut orman yollarının 32+193 km'lik kısmında üst yapı bulunmadığı ve bu sebepten dolayı yol yüzeyinde yağış sularından kaynaklanan bozulmaların olduğu gözlemlenmiştir. Üst yapısı olmayan yolların özellikle yağışın fazla olduğu mevsimlerde ulaşımı olumsuz yönde etkiledikleri konusu yöre halkı tarafından ve arazi çalışmalarında yardımcı olan teknik eleman tarafından bilgi olarak edinilmiştir. Bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmak için üst yapıların en kısa zamanda yapılması gerekmektedir.

Tablo 14. Tonya orman işletme şefliği planlanan üst yapı ve köprü durumu

Yol Kodu No	Üst Yapı (Mev.) Km	Üst Yapı (Yap.) Km	Köprü Dur. (Mev.) Ad.
201	8+225		
202	8+365		
203	5+562		1
204	8+702		
205		2+847	
206	2+379		
207			
208	3+316	4+516	1
209	2+761		
210	3+014	5+410	
211			
212		4+381	

Tablo 14'ün devamı

213	3+157		
214	3+264		
215	10+347		2
216	6+710		
217	13+573		
218	8+699		
219	5+620		1
220		1+043	
221			
222	6+468		
223		0+287	
224		2+874	
225			
226	3+829	1+594	
227		7+709	
228	2+33	1+532	
Toplam	106+724	32+193	5

208 koldu yolun 3+316 km'lik kısmında,210 kodlu yolun 3+014 km'lik kısmında, 226 koldu yolun 3+829 km'lik kısmında, 228 kodlu yolun 2+733 km'lik kısmında ve 201, 202, 203, 204, 206, 209, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 222 kodlu yolların tamamında üst yapı bulunmaktadır. 205 kodlu yolda 2+847 km, 212 kodlu yolda 4+381 km, 220 kodlu yolda 1+403 km, 223 kodlu yolda 0+287 km, 224 kodlu yolda 2+874 km, 227 kodlu yolda 7+709 km, 208 kodlu yolda 4+516 km, 210 kodlu yolda 5+420 km, 226 koldu yolda 1+594 km, 228 kodlu yolda 1+532 km üst yapıya ihtiyaç duyulmaktadır.

292 Sayılı Tebliğ'e göre üretim ve nakliyat mevsimi, nakledilecek emvalin cinsi, arazi yapısı gibi faktörler dikkate alınarak orman yolunun tamamı veya bir kısmı 3-4 m genişliğinde üst yapı malzemesi ile kaplanır. Gümüş (2009), bir orman yolunun üst yapısının, üzerinde orman ürünleri taşımacılığında kullanılacak olan ağır tonajlı araçların oluşturacağı deformasyonları karşılayacak düzeyde oluşturulması gerektiğini ve eğer bu sağlanamazsa yoldan beklenen uzun ömür ve düşük bakım masrafları gerçekleşmeyeceğini belirtmiştir. Böylece çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar dâhilinde planlama biriminde toprak yapıda olan yolların üstyapı durumunu iyileştirme yoluna gidilmelidir. Ayrıca,

oluşan bozuk yüzey nedeniyle taşıma ücretleri ile yol kullanıma bağlı yıpranma maliyeti yükselmektedir. Bu durumların yaşanmaması için üst yapı çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 22. Üst yapı 1



Şekil 23. Üst yapı 2



Şekil 24. Üst yapıda meydana gelen bozulmalar

Tonya Orman İşletme Şefliğinin orman yollarında yapılan çalışmalar sırasında 5 adet köprü olduğu gözlemlenmiştir. Planlanışı yapılan ya da mevcut orman yolları üzerinde birçok dere geçişi bulunmasına rağmen bu geçişlerin menfez ile de sağlanabileceği değerlendirildiğinden dolayı yeni köprü yapımına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Ayrıca mevcut halde bulunan büz, menfez gibi sanat yapılarının da tam olarak işlev göremediği, gelen suların toprak dolmuş hendekler ya da hiç yapılmamış yapılar sebebi ile yol üzerinden geldiği tespit edilmiştir. Orman yollarında oluşan deformasyonlar sonucunda üretilen ürünlerin sağlıklı olarak taşınmaması ormanlık alanlarda yapılan üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemekte ve yavaşlatmaktadır. Bu sebepten dolayı orman yollarının periyodik bakım ve onarım çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Orman yollarının yapım ve bakım masrafları bakımından önemli bir elemanı sanat yapıları, tesis edilmeden önce çok iyi planlanmalı ve yerleştirilmelidir. Özellikle ormancılık faaliyetlerinin ekonomik ve emniyetli şekilde yerine getirilmesi ve orman ekosistemine verilen zararın en aza indirilmesi için bu sorunların bilimsel olarak irdelenmesi gerekir. Sanat yapısının önemi burada ortaya çıkmaktadır (Çalışkan, 2003).

4.7. Tonya OİŞ'deki Mevcut Yolların Yasal Mevzuata Göre Analizi

Mevcut yollar 292 sayılı tebliğe göre arazide gezilmiş, ilgili tebliğ doğrultusunda incelenerek 1/25000 ölçekli haritasına işlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda mevcut

yol yoğunluğu hektarda 14 m/ha olarak belirlenmiş olup, 12503 ha ormanlık alan için yeni yol planlanması gereği olduğu tespit edilmiştir. Mevcut planın günümüz ormancılığı açısından değerlendirmesi yapıldığında, çeşitlenen ormancılık faaliyetleri karşısında yetersiz kaldığı değerlendirilmiştir.

Bu nedenle her türlü ormancılık hizmetlerine cevap verecek ve uygulanabilirliği kolay, doğaya en az zararı verebilecek yeni bir yol planlaması yapma gerekliliği doğmuştur.

Arazi çalışmalarına mevcut yolların tespiti ile başlanılmış, yolların gezilmesi sırasında tüm arazi de incelenmiş ve gerekli notlar alınarak ormanların durumu (ekolojik ve ekonomik açıdan) , üst yapı malzeme ocak yerleri, açıklık sahalar, köprüler, kayalık ve heyelanlı yerler belirlenmiş ve plan haritasına işaretlenmiştir.

Ormancılık hizmetlerinde kullanılabilir köy yolları da dikkate alınarak mevcut orman yollarına ilave olarak 27+046 km. yeni yol planlanmıştır. Planlanan yolların tamamı yamaç yoludur. Böylelikle plana alınan toplam orman yol uzunluğu 167+739 km. olacaktır. İtibari yol yoğunluğu, ormanlık alanın % 1'i olarak hesap edildiğinde bu planda yer alacak 5 m genişliğindeki orman yolunun kapsayacağı alan 1.243.510 m² lik yol alanına karşılık gelmektedir. 292 sayılı tebliğin ilgili maddesine göre, hesap edilen bu alana tekabül eden orman yolunun toplam uzunluğu 248+702 km'dir.

Yapılan planlama neticesinde orman içerisinden geçen orman yolu, köy yolu ve karayolu uzunluğu 231+457 km. ve kapsadığı alan (orman yolu genişliği 5 m. köy yolu genişliği 6 m.) 1236+238 m² olduğundan, yol yoğunluğu ormanlık alan için % 0,99 olarak hesap edilmiştir.

Orman yollarının planlanmasında 292 sayılı tebliğin yol yoğunluğu ile ilgili maddelerine uyulmaya gayret edilmiştir. Arazinin ve orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle, primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle planlanan toplam yol uzunluğu 167+739 km ve yol yoğunluğu 19,80 m/ha olarak gerçekleşmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tonya Orman İşletme Şefliğinde yapılan bu çalışma orman yol ağlarının planlanma ve yapım kriterleri açısından incelenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışma alanının ortalama yüksekliği 1100 m'dir. Çalışma alanı toplam 271 bölmeden oluşmaktadır. Şefliğin genel alanı 20309,5 ha olup, ormanlık alanı ise 12435,1 ha'dır. İlgili alanda ortalama arazi eğimi % 34.13 olup, bakı olarak alana kuzeydoğu bakı hakimdir.

Bu çalışma ile Tonya Orman İşletme Şefliği bünyesinde bulunan 12435,1 ha'lık alan içerisindeki orman yol yoğunluğunun 14 m/ha olmasına ilişkin arazinin, orman örtüsünün parçalı ve dağınık olması bölmeden çıkarmanın mekanizasyonla yapılmaması nedeniyle yol yoğunluğunun günümüz açısından değerlendirilmesi yapıldığında çeşitlenen ormancılık faaliyetleri karşısında yetersiz kaldığı ve optimum yol yoğunluğundan (20 m/ha-%1) uzak olduğu tespit edilmiştir. Primer transport mesafelerinin kısaltılması amacıyla ve yangınlar, böcek arızlarının önlenmesi için yol aralığı 500 m olacak şekilde planlanmalıdır. Bu sebeplerden dolayı her türlü ormancılık hizmetlerine cevap verecek ve uygulanabilirliği kolay doğaya en az zararı verebilecek yeni bir yol planlaması yapma gerekliliği doğmuş olup, alan içerisinde mevcut yollara (138+917 km) ek olarak optimum yol yoğunluğuna ulaşmak için 27+046 km'lik yeni yol planlaması yapılmıştır.

Çalışma alanı içerisinde bulunan orman yollarının eğimli alanlara göre durumlarına bakıldığında orman yollarının üretim amaçlı kullanılan üretim fonksiyonuna ait alanlardan geçtiği görülmüştür.

Yapılacak olan planlama sonucunda 167+739 km'lik orman yolunun eğim gruplarına göre dağılımı ise 1. Eğim grubu 40+380 km, 2. Eğim grubu 23+553 km, 3.eğim grubu 33+126 km, 4.eğim grubu 35+137 km ve 5. Eğim grubu 35+543 km şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Yolların bakı gruplarına göre dağılımı ise Kuzey bakı 32+605 km, Kuzeydoğu bakı 26+932 km, Doğu bakı 24+616 km, Güneydoğu 13+924 km, Güney 5+864 km, Güneybatı 10+888 km, Batı 26+539 km ve Kuzeybatı 26+368 km şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanında bulunan yolların % 22'si (35+543 km) çok dik eğimli arazi sınıfındaki alanlar içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Eğimli alanlar gerek ormancılık çalışmalarının yapılmasında gerekse orman içerisinde gerçekleştirilecek ulaşım faaliyetlerinde büyük risk teşkil etmektedir. Çalışma alanının % 22' sinin bu tür alanlarda

olduğu düşünülürken gerek ulaşım gerekse ormancılık faaliyetleri için çok dikkatli planlama ve inşaat gerekmektedir.

Bakı analizleri sonucunda elde edilen verilere göre, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yol yapımının tehlikeli ve masraflı olduğu Kuzey bakılarda işletme alanının % 44.39' unu oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda toplam yolun 85+905 km'si Kuzeyli bakılardan geçmiştir. Bu sebepten dolayı Doğu Karadeniz gibi yıllık yağış miktarı fazla olan bölgelerde güneşlenme süresinin mümkün olduğunca fazla olmasına dikkat edilmelidir. Kuzey bakılar (gölgeli) orman yollarının yağışların etkisinden olumsuz etkilenmesine, yolların bozulmasına ve yapım-bakım maliyetlerinin artmasına sebep olabilmektedir. Bu tarz yolların planlanması kaçınılmaz ise sanat yapılarının miktarları ve standartları arttırılmalı, periyodik bakımlar daha sık bir biçimde yapılmalıdır.

Çalışma alanının üst yapı durumuna bakıldığında ise mevcut orman yollarının 106+724 km'sinde üst yapı mevcuttur. Yapılan tespitlerde mevcut orman yollarının 32+193 km'lik kısmında üst yapı bulunmadığı ve bu sebepten dolayı yol yüzeyinde yağış sularından kaynaklanan bozulmaların olduğu gözlemlenmiştir. Üst yapısı olmayan yolların özellikle yağışın fazla olduğu mevsimlerde ulaşımı olumsuz yönde etkiledikleri söz konusudur. Bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmak için üst yapıların en kısa zamanda yapılması gerekmektedir. 208 koldu yolun 3+316 km'lik kısmında, 210 kodlu yolun 3+014 km'lik kısmında, 226 koldu yolun 3+829 km'lik kısmında, 228 kodlu yolun 2+733 km'lik kısmında ve 201, 202, 203, 204, 206, 209, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 222 kodlu yolların tamamında üst yapı bulunmaktadır. 205 kodlu yolda 2+847 km, 212 kodlu yolda 4+381 km, 220 kodlu yolda 1+403 km, 223 kodlu yolda 0+287 km, 224 kodlu yolda 2+874 km, 227 kodlu yolda 7+709 km, 208 kodlu yolda 4+516 km, 210 kodlu yolda 5+420 km, 226 koldu yolda 1+594 km, 228 kodlu yolda 1+532 km üst yapıya ihtiyaç duyulmakta olup en kısa zamanda üst yapı çalışmaları tamamlanmalıdır.

Plan çalışmaları sonucunda orman yollarında 5 adet köprü bulunduğu tespit edilmiş olup; planlaması yapılan ya da mevcut orman yolları üzerinde birçok dere geçişi bulunmasına rağmen bu geçişlerin menfez ile de sağlanabileceği değerlendirildiğinden yeni köprü yapımı planlanmamıştır.

Orman yollarının bozulmaması, her zaman trafiğe açık tutulabilmesi ve orman yangınları ile mücadele amacıyla trafik hızının arttırılabilmesi için, 292 Sayılı Tebliğde belirtilen hususlar dikkate alınarak sanat yapıları eksiksiz olarak yapılmalı, yapıldıktan

sonra uzun ömürlü kullanılmaları ve bozulmamaları için yıllık bakımları düzenli olarak yapılmalıdır.

Oluşan bozuk yüzey nedeniyle taşıma ücretleri ile yol kullanımına bağlı yıpranma maliyeti yükselmektedir. Bu durumların yaşanmaması için öncelikle eksik sanat yapılarının tamamlanması, ardından üst yapı çalışmaları yapılmalıdır.

Tamir ve bakım çalışmalarında ise yol platformunun düzeltilmesine, hendeklerin temizlenmesine, dolgu sevi kenarındaki pasaların ortadan kaldırılmasına, sanat yapılarının kırık ve tıkalı olanları tespit edilerek geciktirilmeden onarımlarının yapılmasına dikkat edilmelidir.

Yeni yol planlamasının uygulanması sonucunda orman yoğunluğu 19,80 m/ha, yol aralığı ise 500 m olduğu ve tespit edilmiştir. Bu sebeplerden dolayı orman koruma ve yangınla mücadele hizmetlerinin zamanında ve etkin yapılması mümkün olacaktır. Aynı zamanda ormancılık faaliyetlerinin tam olarak yapılmasına katkı sağlayacak olup, üretimle beraber istihdam imkânını arttıracaktır. Bu durumdan başta orman köylüsü olmak üzere yöre vatandaşları faydalanabilecektir. Yapılacak olan yeni planlama ile birlikte işletme şefliğinin üretime verdiği alanlarda emvalin bölmeden çıkarılmasında kullanılan sürütme vinçlerinin daha aktif olarak kullanıma olanak verecek olup, arazinin topoğrafik yapısı nedeniyle sürütmeden meydana gelebilecek insan yaralanma ve ölümlerini en aza indirilecektir.

Yapılacak yollardan başta Tonya İşletme Şefliği olmak üzere diğer kurumlar ve vatandaşlar da faydalanabilecek, yol gitmemiş ya da sorunlu yollara sahip iskân birimleri yola kavuşmuş olacaktır. Orman yollarının planlanması işlevsel bir yaklaşımla belirlenmelidir. Orman yolları planlaması ekolojik, ekonomik ve sosyal etkileri göz önüne alınarak planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Acar, H.H., 2005. Orman Yolları, KTÜ Ders Notları Serisi:82, 183 p., Trabzon.

Akay, A.E., Yüksel, A., Gündoğan, R., Bozali, N. ve Acer, A., 2007a. Türkiye Ormancılığı Şartlarında Modern Optimizasyon Yöntemleri ve CBS Kullanarak Orman Yolu Planlama Modelinin Geliştirilmesi ve KSÜ Başkanlık Araştırma ve Uygulama Ormanında Uygulanması, TÜBİTAK Proje No:105 O 516.

Akay, A.E., Erdaş, O., Yüksel, A., Bozali, N., Gündoğan, R. ve Öztürk T., 2007b. Bilgisayar Destekli Orman Yolu Planlama Modeli, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri, KTÜ, Trabzon.

Anonim, 2009. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, Tonya Şefliği, Amenajman Planı.

Arıca B., Çalışkan E., Gümüş S. ve Acar H.H., 2007, Orman Yollarının Uzaktan Algılamaya ve Cbs ile Planlanmasının Değerlendirilmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim-Kasım, Trabzon, Bildiriler Kitabı: 1-6.

Arıca, B., 2008. Orman Yolu İnşaatında Dolgu ve İnşaat Etki Alanlarının Uzaktan Algılama Verileri ile Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Aykut, T., 1976. Kastamonu Mıntıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

Aykut, T., 1978. Kastamonu Mıntıkası Orman Yollarında Üst yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No 238, İstanbul.

- Bayoğlu, S. ve Seçkin, Ö.B., 1981. Türkiye’de Orman Yolu Yapım Çalışmaları ve Sağladığı Yararlar, İ.Ü., Orman Fakültesi, Yayın No: 2283/307, İstanbul.
- Bayoğlu, S., 1997. Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları(Orman Yolları), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3969/434, ISBN 975-404-430-9, İstanbul.
- Çalışkan, E., 2003. Dağlık Arazide Orman Yolu Sanat Yapılarının Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü KTÜ, Trabzon.
- Çalışkan, E. ve Çağlar, S., 2010. Orman Yolu Yapım Çalışmalarının Çevreye Verdiği Zararların Değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı Cilt: II, 564-570, Mayıs, Trabzon.
- Demir, M., 1998. Orman Yollarında Drenaj Problemi ve Çözüm Yolları, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 48 (1-4), 81-100, İstanbul.
- Demir, M., 2007. Impacts, Management and Functional Planning Criterion of Forest Road Network System in Turkey, Transport Research Part-A, 41, 56-68.
- Eker, M. ve Çoban, H.H., 2010. Impact of Road Network on the Structure of a Multifunctional Forest Landscape Unit in Southern Turkey, Journal of Environmental Biology, 31, 157-168.
- Erdaş, O., 1981. Orman Yol Planlaması Yönünden Köprüler Ve Tabliyeli Menfezler, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1,121-130, Trabzon
- Erdaş, O., 1997. Orman yolları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, 188/26 Trabzon.
- Eroğlu, H., 2003, Orman Yollarında Kağıt Fabrikası Atığının (Kireç Çamuru) Stabilizasyon Amaçlı Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Gümüş, S., 1997. Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanma İmkanları Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Gümüş, S., 2009. Constitution of the forest road evaluation form for Turkish forestry, African Journal of Biotechnology, 8, 20, 5389-5394.
- Gümüş, S., 2009. "Ktü Orman Fakültesi Araştırma Ve Uygulama Ormanı Yollarının Değerlendirilme ve Derecelendirilmesi", BAP Araştırma Projesi, 2007.113.01.12.
- Görcelioğlu, E., 2004. Orman Yolları-Erozyon İlişkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:4460/476, 184 s., İstanbul.
- Gümüş, S., 2003. Üretim, Milli Park ve Yangına Hassas Alanlarda Orman Yol Ağının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Planlanması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,173. s.,
- Hasdemir, M., 1995. Orman Yol Şebekelerinde Yol Maliyet Hesapları, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 45 B, 1-2, 61-72, İstanbul.
- Kapluhan, E., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) Coğrafya öğretiminde Kullanımın Önemi ve Gerekliliği, Marmara Coğrafya Dergisi, s. 34-59, 29 Ocak, İstanbul
- Karabacak, M., 2010. Göller Bölgesinde İnşa Edilen Orman Yollarında Yaklaşık Maliyet ve Hakediş Değerlerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Larsen M. C. ve Parks J. E., 1997. How Wide is a Road? The Association of Roads and Mass-Wasting in a Forested Montane Environment. Earth Surface Processes and Landforms, 22(9), 835–848.
- OGM, 2008. Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı, Orman Genel Müdürlüğü, Tebliğ No 292, Ankara.

- Öztürk T. ve Ayberk H., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesinde Orman Yol Yapımının Ormanların Korunması Açısından Değerlendirilmesi. Ladin Sempozyumu (20-22 Ekim), Bildiriler Kitabı, II. Cilt, 809. Trabzon.
- Pırtı, A., Mayıs 2017. 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknoloji Kurultayı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, s 1-3, Ankara.
- Seçkin, Ö.B., Acar, H.H., Şentürk, N., Gümüş, S. ve Öztürk, T., 2002. Altındere Vadisi Milli Park Alanında Orman Yol Geçki Planının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yoluyla Belirlenmesi, İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No.1280/050599, İstanbul.
- Şentürk, N., 1992. Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şentürk, N., Öztürk, T. ve Demir, M., 2007. Orman Transport Bilgi Sisteminin Oluşturulması (Belgrad Ormanı Örneği), İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Proje No: 243/23082004, İstanbul.
- Tan, J., 1992. Planning A Forest Road Network by A Spatial Data Handling – Network Routing System, Acta Forestalica Fennica 227.
- Tavşanoğlu, F. ve Bayoğlu, S., 1969. Orman Yollarının Makine ile İnşası İçin Arazide Yapılması Gerekli Ölçmeler, Proje Tanzimi ve Yolların Yapım ve Bakımı, İ.Ü. Orman Fakültesi, 1449/148, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Tucek, J. and Pacola, E., 1999. Algorithms For Skidding Distance Modelling On A Raster Digital Terrain Model. Journal of Forest Engineering 10(1): 67–79.
- Tunay, M. ve Melemez, K., 2004a. The Assessment of Environmentally Sensitive Forest Road Construction Technique in Difficult Terrain Conditions. I.T.U. Journal of Engineering, 3 (2-5), 3-10.

Tunay M. ve Melemez K., 2004. Zor Arazi Koşullarında Çevreye Duyarlı Orman Yolu İnşaatı Tekniğinin Değerlendirilmesi, İTÜ Dergisi/d-Mühendislik 3, 2, İstanbul.

Yomralıoğlu, T., 2000. “Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar”, 5.Baskı 2009, s.480, İstanbul.



ÖZGEÇMİŞ

İlhan KÖPRÜLÜ 1989 yılında Kastamonu İlinin Taşköprü İlçesinde doğdu. İlköğrenim-Orta Öğrenim ve Lise öğrenimini Kastamonu İlinde tamamladı. 2008 yılında KTÜ Orman Fakültesinde Orman Mühendisliği Bölümünü kazanarak 2008-2009 yılları arasında Yabancı Dil Hazırlık Eğitimini aldı. 2013 yılında bu bölümden başarıyla mezun oldu. 2013 yılında yüksek lisans öğrenimine hak kazandı ve halen devam etmektedir.

