

139127

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DAĞLIK ARAZİDE ORMAN YOLU SANAT YAPILARININ
YERLERİNİN VE BOYUTLARININ BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Orm. Müh. Erhan ÇALIŞKAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nce
"Orman Yüksek Mühendisi"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

139127

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.05.2003

Tez Savunma Tarihi : 23.07.2003

Tez Danışmanı : Prof. Dr. H. Hulusi ACAR

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Aslan OKATAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Enstitü Müdürü: Prof Dr. Yusuf AYVAZ

Trabzon 2003

TC YÜKSEK ÖĞRETİM ENSTİTÜLERİ
KURUMU

ÖNSÖZ

“Dağlık Arazide Orman Yolu Sanat Yapılarının Yerlerinin ve Boyutlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın planlanmasından bitimine kadar her aşamada sürekli destek ve katkılarıyla çalışmamı yönlendiren, bilgilerinden sürekli istifade ettiğim sayın hocam Prof. Dr. H.Hulusi ACAR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezin jüri üyeliğini üstlenen ve bu çalışmanın çeşitli safhalarında yardımlarını gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Aslan OKATAN ve Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ’ye teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması süresince değerli fikirlerinden yararlandığım sayın Arş. Gör. Özgür TOPALAK, Arş. Gör. Habip EROĞLU ve Arş. Gör. Mehmet EKER’e, özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleriyle ilgili sürekli bilgisine başvurduğum sayın Arş. Gör. Selçuk GÜMÜŞ ve Arş. Gör. Recep NİŞANCI’ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımın, arazi işlerini kapsayan bölümlerinde, İşletmenin bütün imkanlarından yararlanmamı sağlayan Yeşiltepe Orman İşletme Şefi sayın Ömer YILMAZ’a, Arş. Gör. Aydın KAHRİMAN’a ve Arş. Gör. Mehmet KÜÇÜK’e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın sanat yapılarıyla ilgilenen herkese yararlı olması ve yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlaması en büyük dileğimdir.

Erhan ÇALIŞKAN

Trabzon, 2003

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
GENEL BİLGİLER	1
1.1 Giriş	1
1.2 Literatür Özeti	5
1.3 Türkiye’de Orman Yolu Yapım Çalışmaları	6
1.4 Orman Yolu Sanat Yapılarının Önemi	8
1.5. Orman Yolu Sanat Yapıları	9
1.5.1. Duvarlar ve Boyutlandırılması.....	13
1.5.1.1 İstinat Duvarları ve Boyutlandırılması	13
1.5.1.1.1. Kuru Taş İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması	17
1.5.1.1.2. Harçlı Taş İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması	18
1.5.1.1.3. Beton İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması	18
1.5.1.1.4. Kaplama (İksa) Duvarı ve Boyutlandırılması	19
1.5.1.2. Tel Kafesler (Gabionlar).....	20
1.5.2. Büzler ve Boyutlandırılması	22
1.5.2.1. Beton Büzler ve Boyutlandırılması.....	24
1.5.2.2. Demirli Büzler ve Boyutlandırılması.....	24
1.5.2.3. Dairesel Kesitli Büzler ve Boyutlandırılması	25
1.5.2.4. Sepet Kulplu Yerinde Dökme Büzler ve Boyutlandırılması	25
1.5.3. Menfezler ve Boyutlandırılması	26
1.5.3.1. Küçük Menfezler ve Boyutlandırılması.....	28
1.5.3.1.1. Yol Üstü Açık Menfezler ve Boyutlandırılması	28
1.5.3.1.2. Taş Tabliyeli Menfezler ve Boyutlandırılması	29

1.5.3.1.3.	Boru Menfezler ve Boyutlandırılması	30
1.5.3.2.	Büyük Menfezler ve Boyutlandırılması.....	31
1.5.3.2.1.	Kutu Menfezler ve Boyutlandırılması	32
1.5.3.2.2.	Tabliyeli Menfezler ve Boyutlandırılması	33
1.5.3.2.3.	Plak Menfezler ve Boyutlandırılması	34
1.5.3.2.4.	Kemer Menfezler ve Boyutlandırılması	34
1.5.4.	Kasisler ve Boyutlandırılması.....	35
1.5.5.	Tahkimatlar	36
1.5.6.	Drenaj Tesisleri.....	37
1.5.6.1.	Orman Yollarında Yüzeysel Suların Uzaklaştırılması.....	37
1.5.6.1.1.	Enine Eğim	38
1.5.6.1.2.	Kenar Hendekleri.....	38
1.5.6.1.3.	Kafa Hendekleri (Derivasyon Hendekleri).....	39
1.5.6.1.4.	Dolgu Şevlerinin Drenajı (Yüksek Banket).....	39
1.5.6.2.	Orman Yollarında Yeraltı Suların Drenajı.....	40
1.5.6.3.	Taban Suyu Seviyesinin Düşürülmesi	41
1.5.7.	Köprüler ve Boyutlandırılması	42
1.5.8.	Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması	46
1.5.9.	Sanat Yapılarının Bakım ve Onarımı.....	47
1.5.9.1.	İstinat Duvarlarının Bakım ve Onarımı	47
1.5.9.2.	Büzlerin Bakım ve Onarımı.....	47
1.5.9.3.	Menfezlerin Bakım ve Onarımı	48
1.5.9.4.	Drenaj Hendeklerinin Bakım ve Onarımı	48
1.5.9.5.	Köprülerin Bakım ve Onarımı	48
1.6.	Coğrafi Bilgi Sistemleri	49
1.6.1.	Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımları	49
1.6.2.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler.....	51
1.6.3.	Coğrafi Bilgi Sistemi Temel Fonksiyonları.....	52
1.6.4.	Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Avantajları.....	53
1.6.5.	Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı ve Sağladığı Yararlar...	53
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	55
2.1.	Araştırmanın Sınırlandırılması	55
2.1.1.	Coğrafik Sınırlandırma	55
2.1.2.	Teknik Sınırlandırma	56

2.1.3.	Zamansal Açıdan Sınırlandırma	56
2.2.	Materyal	56
2.2.1.	Araştırma Alanının Genel Tanıtımı	56
2.2.2.	Planlama Materyali	57
2.2.3.	Bitki Örtüsü.....	57
2.2.4.	Jeolojik Yapı ve Toprak.....	57
2.2.5.	Araştırma Alanındaki Mevcut Yol Durumu	59
2.2.6.	Araştırmada Kullanılan Bilgisayar Donanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı	61
2.2.7.	Arazide Kullanılan Aletler	61
2.2.8.	Etüt Formları.....	62
2.3.	Yöntem.....	62
2.3.1.	Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışma Modelinin Tasarımı	62
2.3.2.	Verilerin Elde Edilmesi ve Bilgisayar Ortamına Aktarılması	63
2.3.2.1.	Arazi Çalışmaları	63
2.3.2.2.	Arazi Sonrası Yapılan Çalışmalar (Büro İşleri).....	63
2.3.2.2.1.	Grafik (konum) Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	63
2.3.2.2.2.	Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	64
2.3.2.2.3.	Verilerin Değerlendirilmesi	64
2.3.2.2 3.1.	Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması.....	65
2.3.2.2 3.2.	Eğim Haritasının Hazırlanması.....	65
2.3.2.2 3.3.	Bakı Haritasının Hazırlanması.....	65
2.3.3.	Havza Alanlarının Ayrılması	66
2.3.4.	Mevcut Sanat Yapılarının Tespiti Yöntemi	68
2.3.5.	Optimum Sanat Yapısı Tipinin Seçimi, Sayısı ve Boyutlarının Hesaplanması Yöntemi	68
3.	BULGULAR.....	71
3.1.	Kartoğrafik Değerlendirmeler.....	71
3.1.1.	Sayısal Arazi Modeline İlişkin Bulgular	71
3.1.2.	Eğim Gruplarına İlişkin Bulgular	73
3.1.3.	Bakı Haritasına İlişkin Bulgular	75
3.2.	Sanat Yapılarının Arazideki Durumu	77
3.2.1.	Arazide İncelenen Mevcut Sanat Yapılarının Özellikleri.....	77
3.2.2.	Mevcut Sanat Yapılarının Kesit Alanları	82
3.2.3.	Yapılması Planlanan Sanat Yapılarının Kesit Alanları.....	86

4.	TARTIŞMA	89
4.1.	Kartografik Değerlendirme Sonuçlarının Tartışılması	89
4.2.	Mevcut Sanat Yapılarına Ait Özelliklerin Tartışılması	90
4.3.	Mevcut Sanat Yapılarının Teknik Açidan Tartışılması	95
4.4.	Planlanan Sanat Yapılarına Ait Bulguların Tartışılması.....	97
5.	SONUÇLAR.....	98
6.	ÖNERİLER.....	100
7.	KAYNAKLAR.....	102
	ÖZGEÇMİŞ	107



ÖZET

Dağlık arazilerde, ormancılık faaliyetlerinin sağlıklı şekilde yürütülebilmesi orman yollarının kaliteli olmasına bağlıdır. Orman yollarının sağlığını etkileyen en önemli faktörlerden biri sanat yapılarının yerinde ve yeterli sayıda kullanımıdır. Bu yapıların yerlerinin topoğrafik haritalar üzerinde belirlenmesi önemli emek ve zaman sarfiyatı gerektirmektedir. Bu araştırmada orman yollarındaki sanat yapılarının yerlerini, tiplerini, boyutlarını ve sayılarını Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla daha az zaman ve emek harcanarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma alanı olarak Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği (Maçka, Trabzon) sınırları içerisinde bulunan 79 km orman yolu seçilmiştir. Bu yolda 43'ü büz, 14'ü menfez, 2'si köprü, 6'sı kasis ve 6'sı da istinat duvarı olmak üzere toplam 71 adet mevcut sanat yapısı belirlenmiş ve koordinatları Global Position Systems (GPS) yardımıyla alınmıştır. Bu sanat yapılarından sadece %27'sinin fonksiyonlarını yerine getirebildiği tespit edilmiştir. Daha sonra, CBS kullanarak hesaplanan havza alanları göz önünde bulundurularak yapılması gerekli görülen hidrolik sanat yapısı kesit alanları Talbot formülüne göre belirlenmiş ve sanat yapısının tipi buna göre seçilmiştir. Kesit alanı itibarıyla; 1 m²'den küçük olanlar dairesel kesitli büz veya küçük menfez, 1-2 m² arasında olanlar sepetkulplu büz veya kasis, 2-8 m² arasında olanlar büyük menfez veya büzlü kasis ve 8 m²'den büyük olanlar ise köprü olarak sınıflandırılmıştır.

Mevcut 59 hidrolik sanat yapısının yerleri doğru fakat tipleri yanlıştır. Bunların, 26 adedinin dairesel kesitli büz veya küçük menfez, 16 adedinin sepet kulplu büz veya kasis, 14 adedinin büyük menfez veya büzlü kasis ve 3 adedinin de köprü olması gerekmektedir. Ayrıca mevcut hidrolik sanat yapılarına ilave olarak orman yolu üzerinde ise, 38 havza alanında da sanat yapılarına ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bunlardan 20'sinin dairesel kesitli büz veya küçük menfez, 13'ünün sepet kulplu büz veya kasis, 5'inin de büyük menfez veya büzlü kasis olarak yapılması gerekir. Buna göre gelecekte, havza alanı hesabı ve sanat yapısı yerini ve tipini belirlemede CBS ve GPS kullanımının kısa zamanda ve doğru bir şekilde sonuca ulaşmayı sağladığı anlaşılmıştır. Gelecekte bu konuda programlama çalışmaları yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Orman Yolları, Sanat Yapıları, Talbot Katsayısı, CBS, GPS

SUMMARY

An Investigation on the Determining of Location and Dimensions of Forest Road Construction Buildings at Mountainous Terrain

In mountainous regions, the efficiency of forestry activities depends primarily on the presence of healthy and dependable forest roads. One of the main factors affecting the durability of forest roads is the presence of sufficient number of construction buildings at proper locations. Identifying these construction buildings on topographic maps requires a lot of time and labour. The goal of this study was to determine locations where construction buildings are needed, and types, dimensions and number of these buildings on a 79 km forest road in Yeşiltepe Forest District (Maçka, Trabzon) using Geographical Information Systems (GIS).

On this road, total of 71 construction buildings (43 pipes, 14 culverts, 2 bridges, 6 humps and 6 relying walls) were present. First, coordinates of locations of these buildings were determined using Global Position Systems (GPS). Only 27 % of these construction buildings were operational. Later, watershed areas were calculated using GIS. Then, cross-section areas of hydraulic construction buildings were calculated using Talbot formula. Cross-sections that are less than 1 m^2 was classified as circular cross-section pipe or small culvert, between 1 and 2 m^2 as basket handled pipe or hump, between 2 and 8 m^2 as large culvert or pipe hump and larger than 8 m^2 as bridge.

All present 59 hydraulic construction buildings were at the appropriate places but the types of these buildings were wrong. Of these, 26 should have been circular cross-section pipe or small culvert, 16 basket handled pipe or hump, 14 large culvert and 3 bridges. The locations and types of relying walls and humps were appropriate.

In addition to the present hydraulic construction buildings, it was determined that 38 watershed areas needed some kind of construction building. Of these, 20 should be circular cross-section pipe, 13 basket handled pipe or hump and 5 large culvert or pipe hump.

In conclusion, GIS can be used to calculate watershed areas and to determine types of construction buildings in the future.

Key Words: Forest Roads, Construction Buildings, Talbot Constant, GIS, GPS

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Sanat yapılarının sınıflandırılması	11
Şekil 2. Hidrolik sanat yapıları	12
Şekil 3. İstinat duvarı	14
Şekil 4. İstinat duvarlarının yapım amaçları ve gerektiği yerler	15
Şekil 5. Tel kafesin oluşturulması	21
Şekil 6. Tel kafesin serilmesi	21
Şekil 7. Tel kafesin bağlanması	21
Şekil 8. Beton büzlerin doldurularda (a), kazılarda (b,c) yerleştirilmesi ve büzden akan suyun oyucu etkisine karşı toprak şevlerinin taş ile kaplanması ya da büz ile aşağıya akıtılarak korunması	23
Şekil 9. Sağlam ve kayalık zeminlerde büzlerin yerleştirilmesi	24
Şekil 10. Beton kanat duvarlı yerinde dökme büz	26
Şekil 11. Yol eksenine 30 ⁰ eğik gömülen kalas yapımı bir ahşap açık büzün, yan hendeklerden gelen suyun şematik boşaltılması	29
Şekil 12. Akan suyun debisine göre biçimlendirilen üç gözlü bir kutu menfez kesiti	32
Şekil 13. Bir kutu menfez kanat duvarının üstten ve memba tarafı cepheden görünüşü	33
Şekil 14. Bir dere geçkisinde büzstüz kasis	36
Şekil 15. Bir dere geçkisinde büzslü kasis	36
Şekil 16. Yol yüzeyine iki taraflı enine eğim verilmesi	38
Şekil 17. Yol yüzeyine tek taraflı enine eğim verilmesi	38
Şekil 18. Kafa hendeği tipi	39
Şekil 19. Orman yolları için yüksek banket uygulaması	40
Şekil 20. Orman yollarında yeraltı sularının drenajı	40
Şekil 21. Köprü alt yapısı	43
Şekil 22. Köprü üst yapısı	43
Şekil 23. Bir coğrafi bilgi sisteminin elemanları	49
Şekil 24. Arazi bilgi yönetimi döngüsü	50
Şekil 25. Coğrafi veri tipleri	51
Şekil 26. Grafik verileri	52

Şekil 27. Araştırma alanının coğrafi konumu	55
Şekil 28. Araştırma alanının mevcut yol haritası.....	60
Şekil 29. Havza alanlarının ayırımı gösteren harita.....	67
Şekil 30. Yeşiltepe orman işletme şefliği sayısal arazi modeli (3D görünümü).....	72
Şekil 31. Yeşiltepe orman işletme şefliği eğim grupları haritası.....	74
Şekil 32. Yeşiltepe orman işletme şefliği bakı haritası.....	76
Şekil 33. Bakımı yapılmadığı için toprak dolmuş iki adet büz.....	78
Şekil 34. Tekniğine uygun olarak yapılmış açık ahşap menfez.....	80
Şekil 35. Tekniğine uygun yapılmış betonarme bir plak köprü.....	81
Şekil 36. Tekniğine uygun olarak yapılmamış bir beton istinat duvarı.....	82
Şekil 37. Mevcut sanat yapılarının yerlerinin gösterilmesi.....	85
Şekil 38. Planlanan sanat yapılarını ve havzalarını gösteren harita.....	88
Şekil 39. Büz çıkışında yapı eksikliğinden kaynaklanan tahribat.....	91
Şekil 40. Tekniğine uygun yapılmamış bir plak menfez	92
Şekil 41. Tekniğine uygun yapılmış bir kasis	93
Şekil 42. Tekniğine uygun yapılmamış köprü	93
Şekil 43. Bir yolda istinat duvarı eksikliği	94
Şekil 44. Drenaj eksikliğinden kaynaklanan yol yüzeyi bozukluğu	95

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Türkiye’de orman yollarının 2000 yılı itibariyle genel durumu	8
Tablo 2. Kuru taş duvar boyutları	18
Tablo 3. Duvar yüksekliğine göre duvar üst genişliği	18
Tablo 4. Beton duvarlarda duvar yüksekliğine göre taban genişliği değerleri	19
Tablo 5. Duvar üst genişliği	20
Tablo 6. Büzlerde baş duvar boyutları	24
Tablo 7. Dairesel kesitli büzlerin boyutları ve kullanılan malzeme miktarları	25
Tablo 8. Sepet kulplu büzlerin boyutları ve kullanılan malzeme miktarları	26
Tablo 9. Su tüketimi	27
Şekil 10. Hava payı mesafeleri.....	27
Tablo 11. Açık ahşap menfezlerin uygulama aralıkları	29
Tablo 12. Köprülerde hava payı mesafeleri	45
Tablo 13. Araştırma alanı orman yol ağı planını oluşturan orman yolların uzunlukları	59
Tablo 14. Eğim grubu değerleri	65
Tablo 15. Bakı grubu kodları	66
Tablo 16. Dolgu altında kullanılan drenaj yapıları	69
Tablo 17. Dolgu altında kullanılmayan drenaj yapıları	69
Tablo 18. Sanat yapısı tipi ve seçimi	70
Tablo 19. Talbot katsayısı değerleri	70
Tablo 20. Yeşiltepe orman işletme şefliği alanının eğim gruplarına dağılımı	73
Tablo 21. Yeşiltepe orman işletme şefliği alanının bakı gruplarına dağılımı	75
Tablo 22. Sanat yapılarının bakı gruplarına dağılımı	75
Tablo 23. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut büzlerin özellikleri	77
Tablo 24. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut menfezlerin özellikleri	79
Tablo 25. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut kasislerin özellikleri	80
Tablo 26. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut köprülerin özellikleri	81
Tablo 27. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut istinat duvarları ve özellikleri ...	81

Tablo 28. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut hidrolik sanat yapıları	83
Tablo 29. Araziye uygun hidrolik sanat yapılarının seçimi	86
Tablo 30. Mevcut sanat yapılarının tekniğine uygun olarak planlanması	96



SEMBOLLER DİZİNİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DKGH	: Dikili Kabuklu Gövde Hacmi
GIS	: Geographical Information Systems
GISLAB	: Geographical Information Systems Labrotary
GPS	: Global Position Systems
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
KHGM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
TIN	: Triangular Irregular Systems
TOİM	: Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü
YOİŞ	: Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ormanların işletmeye açılması, entansif ve amaca uygun bir rasyonel ormancılık uygulamasını olanaklı hale getirmektedir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan en önemli araçlardan birisini orman yolları teşkil etmektedir. Bu yollar, bir yandan odun hammadde, personel, malzeme ve ekipman nakline, bir yandan da orman köylerinin yol gereksinimlerinin ve ayrıca halkın dinlenme isteklerinin karşılanmasına imkan sağlamaktadır. Bu suretle söz konusu yollar ekonomik, sosyal hatta kültürel faydalar yaratmaktadır [1].

Ülkemizde ormancılık çalışmaları ülkenin değişik yerlerinde ve dağınık durumda bulunan 20.7 milyon ha civarındaki orman alanı üzerinde yürütülmektedir. Bu kadar geniş ve dağınık, hatta çoğunlukla dağlık arazi üzerinde çalışmak bu alanların iyi bir yol ağına sahip olması ile mümkündür. Orman yolları her yıl yaklaşık 17 milyon m³ DKGH asli orman ürününün transportunda kolaylık sağlaması ile birlikte orman koruma, kadastro, bakım, erozyon ve ağaçlandırma çalışmaları gibi diğer ormancılık hizmetlerinin yürütülmesinde de önemli rol oynamaktadır [1].

Türkiye’de bugünkü anlayışa göre sistematik orman yol şebekesi planlaması çalışmalarına 1964 yılında başlanılmış ve 1974 yılında tamamlanmıştır [2]. Bu dönem içerisinde Türkiye’deki sadece verimli orman alanları dikkate alınarak ülkenin toplam orman yolu gereksinimi 144425 km olarak hesap edilmiş ve buna göre planlar yapılmıştır. Ancak, ormancılık bilim ve uygulamalarındaki gelişmeler, keza, üretim teknoloji ve tekniklerinin gelişmesi, rasyonel ormancılığın istekleri ve plan uygulamaları ile elde edilen sonuçlar, bu planların revize edilmesini gündeme getirmiştir. Bu yeni anlayışa göre yapılan düzenleme ile Türkiye’de toplam orman yolu gereksinmesinin 201810 km olduğu ve 2000 yılı sonu itibariyle 131630 km’si yani % 65.23’ünün inşa edildiği görülmektedir [3-4-5-6-7]. Çağdaş ormancılık faaliyetlerinde bulunabilmek için geri kalan yolların bir an önce tamamlanarak ülke ormanlarının sistematik yol şebekelerini tamamlaması sağlanmalıdır.

Orman yollarının yapımında bu yollara zarar veren yerüstü ve yeraltı sularının yol gövdesinden uzaklaştırılması amacıyla yüzeysel ve derin drenaj yapılması; kazı ve dolgu şevlerinin boyutlarının küçültülmesi, yuvarlanma ve kaymaları önlemek için inşa edilen istinat ve kaplama duvarları; orman yol güzergahlarının dereleri kestiği yerlerde suyu geçmek amacıyla yapılan köprü, menfez ve kasis gibi hidrolik yapılarla, bunların sulara

karşı korunması için yapılan anroşman ve pere gibi yapıların hepsine birden "Sanat Yapıları" adı verilmektedir [8].

Orman yollarının tam ve rasyonel olarak işlev görebilmesi, suların olumsuz etkilerinin yok edilmesine bağlıdır. Orman yolları, yüzeysel sulardan, yeraltı sularından ve dere geçişlerinde havzadan gelen sulardan etkilenmektedir. Bu etkilenme orman yollarının alt ve üst yapı malzemesinin tahribi şeklinde olmaktadır.

İyi bir orman yolu, tabanından kaplanmasına kadar bütünüyle kuru olan, yüzeysel ve taban sularının belirli sınırlar içinde kalmak suretiyle uzaklaştırıldığı, dere geçişlerinde havzadan gelebilecek suların ve özellikle taşkınların olumsuz etkilerinin ortadan kaldırıldığı bir yoldur. İşte, bu suların zararlı etkilerini önlemek için çeşitli teknikler ve hidrolik sanat yapıları kullanılmaktadır [9].

Yol yüzeyine, yol şevlerine ve yolun yakın çevresine düşerek, yüzeysel akışa geçen suların uzaklaştırılması; yol yüzeyine tek yada iki taraflı enine eğim vermek ve kenar hendekleri ile kafa hendekleri tesis etmek suretiyle kanala alınan suların çoğunlukla büz, menfez gibi hidrolik sanat yapıları yardımıyla yolun diğer tarafındaki mecralara akıtılarak uzaklaştırılması şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Orman yollarında yeraltı sularının olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için alınan önlemler ise; uygun drenaj teknikleri kullanılarak taban suyu seviyesinin düşürülmesi, jeolojik yapıya bağlı olarak kazı şevinden yol gövdesine doğru gelebilecek yeraltı sularının uzaklaştırılması için karşılanma drenlerinin tesisi ve kazı şevlerinde geniş alanlardaki sızıntı sularının toplanarak zararsız duruma getirilmesi için kemer taş drenlerin yapılması şeklinde sıralanmaktadır.

Günümüz ormancılığında teknolojik gelişmelerin mümkün kıldığı sanat yapıları konusu gün geçtikçe daha da önem kazanmıştır. Sanat yapılarının yerel koşullara en iyi biçimde seçilmiş ve uydurulmuş bulunması, bunların kullanma olanaklarını arttırmaktadır. Bu husus dikkate alınmadığı takdirde, tesis ne kadar mükemmel ve sağlam yapılsa yapılsın, dış etkenlere karşı gerekli dayanıklılığı sağlamak mümkün olamamaktadır.

Sanat yapıları bilgi, ustalık isteyen ve inceleme gerektiren masraflı tesislerdir. Devamlı bakıma ihtiyaç duyarlar. Çevrenin akarsuları, arazi yapısı, eğimi ve bilhassa yağış miktarı sanat yapısını önemli ölçüde etkilemektedir.

Orman yolu sanat yapıları, bugün 202 sayılı tebliğe göre ve ancak tip projelere göre yürütülmektedir. Son yıllarda karayolu taşıtlarında beliren gelişmeler, (çeşit ve artış)

orman ürünleri taşımacılığında kendisini göstermiş ve böylece sanat yapısı yapım çalışmalarında dikkate alınmıştır.

Ormanlarımızın büyük bir kısmı dağlık arazi üzerine dağılmıştır. Odun hammaddesinin buralarda üretilerek, inşa edilen yollarla tüketim merkezlerine sürekli ve düzenli olarak taşınması, bu yollar boyunca toprak kaymasını önleyecek istinat duvarı, sel ve akarsuları aşmak için büz, menfez ve kasis gibi tesisleri yapmakla mümkün olmaktadır [9].

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

Bilgisayar yazılım ve donanımlarında meydana gelen gelişmeler sonucu ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) günümüzde bir çok alanda kullanım olanağı bulmuştur. Yeryüzünün en önemli kaynaklarından biri olan ormanların işletilmesi, planlanması ve yönetimini konu alan ormancılık ise Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır [10].

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemi olarak, yazılım ve donanımdan oluşan, planlama ve yönetimdeki karmaşık problemlerin çözüm amaçlarına uygun, kayıt, işleme, analiz, model oluşturma ve gösterim işlevlerini yerine getirmeye yönelik uygulamaları kapsayan bilgisayar destekli bir sistem anlaşılmaktadır [10].

Coğrafi Bilgi Sistemleri, araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini artırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla coğrafi varlıklara ilişkin ve öznitelik verilerin çeşitli kaynaklardan toplanması, bilgisayar ortamına aktarılması, işletilmesi, analizi ve sunulması fonksiyonlarını bütünlük olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinden oluşan bir bütündür [11]. Coğrafi bilgi sistemleri ile yönetme teknolojisi, bilinen veya bilinmeyen ama çözümü için çaba gösterilen bir çok karmaşık problemin analiz edilmesi için etkin bir yöntem olarak kabul edilmekte, bilginin hatalı yönetilmesi sonunda, yalnız çevre ile ilgili problemlerde değil, ülkenin ekonomik gücünün, uluslararası rekabet ortamında istenilen şekilde değerlendirilemeyeceği görülmektedir [12].

Coğrafi bilgi sistemleri günümüzde bir çok kullanım alanına sahiptir. Bu bazda oluşturulacak bir orman bilgi sistemi de büyük bir çeşitlilik gösteren ormancılık çalışmalarında geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri, planlama, yönetim ve karar vermede önemli bir yardımcı araç olmasıdır. Bu özellik onun sorgulama ve analiz yeteneğinden ortaya çıkmaktadır. Bu sistemi kullanarak basit ve karmaşık bir çok sorgulama ve aynı şekilde, klasik olarak gerçekleştirilmesi mümkün olmayan coğrafi analizler gerçekleştirilebilmektedir. Orman bilgi sistemi bu özelliklerin kullanılmasıyla gerek işletme bazındaki planlama, yönetim ve karar verme aşamalarında, gerekse ülke bazındaki planlama ve ormancılık politikalarının belirlenmesinde önemli bir yardımcı araç olarak hizmet edecektir. Diğer taraftan veri tabanındaki bilgiler, örneğin orman yollarının bilgisayar destekli olarak planlanması, orman ürünleri transportunun düzenlenmesi, orman kadastro suna yönelik problemlerin çözümü, ağaçlandırma yatırımlarının planlanması gibi birçok alanda kullanım olanağını ortaya koymaktadır [10].

Coğrafi bilgi sistemlerinin orman yollarının planlanmasındaki kullanımına ilişkin ilk çalışmalara 1990'lı yılların başlarında başlanmıştır. Yapılan ilk çalışmalarda orman yollarının planlanmasında kriter olarak kullanılabilen değerlerin coğrafi veri tabanından elde edilip hızlı ve doğru bir şekilde planların üretimi amaçlanmıştır. Sayısal arazi modellerinin gündeme gelmesi ile kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi, belirlenen noktalar arasındaki en kısa hattın belirlenmesi vb. bir çok analizlerin kullanım imkanları doğmuştur. Ancak bu analizlerin etkin bir şekilde kullanım olanakları ise halen araştırılmaktadır [13].

Orman yolu sanat yapılarının belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması için yapılan bu çalışmada, orman yolları sanat yapılarının belirlenmesinde etkili olan faktörlerin bilgisayar ortamında tanımlanması, değerlendirilmesi ve klasik haritalar üzerinde yapılan teknik işlemlerin bilgisayar ile yapılması üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanı araştırma objesi seçilmiş, orman yolları üzerindeki mevcut sanat yapıları göz önünde bulundurularak, bunların uygun, yeterli ve gerekli olup olmadıkları incelenmiştir. Ayrıca sanat yapısı ihtiyacı olup da, yapılmamış bulunan diğer yerler tespit edilmiş, bunların tip ve boyutları belirlenmiştir.

Ülke geneline bakıldığında, özellikle orman yolu sanat yapılarında büyük eksiklikler olduğu göze çarpmaktadır. Bu çalışmanın seçilmesinde de bu temel faktör etkili olmuştur.

1.2. Literatür Özeti

Erdaş yaptığı bir çalışmada, orman yollarının planlanması sırasında; derelerle kesilen havzalarda yol ağının oluşumu ve havzalar içindeki yolların birbirine bağlanmasının dere geçişlerinde yapılması ile köprüler ve tabliyelili menfezler hakkında bilgi vermiş, ayrıca planlama ile yapım esaslarını belirtmiştir [14].

FAO 'ya göre orman yolları üzerinde rüzgar ve su erozyonu olmak üzere iki türlü erozyon olmaktadır. Bu durum kuru havalarda rüzgarın ya da yağmurlu havalarda yüzeysel akışa geçen suların, kazı ve dolgu şevlerindeki toprağı sürüklemesiyle olmaktadır. Bu nedenle dik yamaçlarda inşa edilecek orman yollarında kazı şevinin üst kısmına bir kafa hendeğı ve dolduru şevinin alt kısmına da bir set veya gerekirse bir istinat duvarı yapılmalıdır [15].

Packer ve Christensen, orman yolları üzerindeki erozyonu ve sediment akışını etkileyen faktörler arasında; topoğrafik yapı, yolun eğimi, yolun yaşı ve bakımı gibi bir çok faktörün bulunduğunu belirterek, drenaj hendekleri ve koruma şeritlerine ait teknik bilgileri çalışmalarında ortaya koymuşlardır [16].

Cook ve Younger tarafından, sedimenter kayaların bulunduğu dağlık arazide yapılan bir araştırmada, bu alanlarda gerçekleştirilecek yol projelerinde karşılaşılabilecek problemler ortaya konulmuş, zor topoğrafik ve jeoteknik koşullarda çalışırken karşılaşılabilecek problemlerin çözümleri için, yol standartlarını düşürmek veya değiştirmek, kil ve benzeri zeminlerde ve yeni alüvyon alanlarında şev yapımından kaçınmak, kumtaşı ya da çamurlu yüzeylerde şev yüksekliğini mümkün olduğunca düşük tutmak, su miktarı fazla olan eğimli alanlar üzerindeki şevleri istinat duvarları ile desteklemek, gerekli yerlerde köprü veya viyadük planlamak, toprak üzerinde fazla yarma, kesme ve doldurudan kaçınmak gibi tedbirler belirtilmiştir [17].

Clayton yaptığı çalışmasında, yol yapımından önce yamaç stabilitesinin incelenmesi gerektiği üzerinde durmuştur. İnşaat öncesi yapılan bu incelemelerin, drenaj tesislerinin yerinin belirlenmesi ya da yol stabilizasyonunun gereğı olarak, yolun nereden geçeceği ortaya konması için gerekli olduğunu ifade etmiştir [18].

Fırat ve Arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada karayolu ağında bulunan aktif ve potansiyel kaymaların dağılımı, nedenleri ve uygulanan çözümlere ait örnekleri incelenmiş ve şu önerilerde bulunulmuştur:

- Potansiyel heyelan alanlarından geçen yol projelerinde, sanat yapılarına mümkün olduğunca önem verilmelidir.

- Yol yapımı sırasında kullanılan patlayıcı maddeler, heyelanlara neden olmaktadır. Bu nedenle kaya kazılarında şev tepesinden çalışma, ön çatlama ve ön ayırma teknikleri kullanılmalıdır.

- Heyelanların oluşumunda en önemli etken olan yerüstü ve yer altı suları iyi bir şekilde drene edilmelidir [19].

Demir tarafından yapılan bir araştırmada, orman yollarındaki drenaj problemi ve çözüm yolları üzerinde uygulanabilecek tesisler ve önlemler hakkında bilgiler verilmiştir [20].

Tavşanoğlu tarafından yapılan bir çalışmada, yolun üstüne gelen yağmur sularının yola zarar vermeden en kısa zamanda dere tarafına akıtılması amacıyla inşa edilen enine eşikler, açık ahşap menfezler ve kasisler hakkında bilgiler verilmiştir [21].

Ochi ve arkadaşları, orman kaynaklarının değerlendirilmesi için hassas ve etkili bir metodoloji oluşturulması sırasında için coğrafi bilgi sistemlerinin olanaklarından faydalanmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada çalışma alanının topoğrafik verileri ve orman yolu bilgileri, coğrafi bilgi sistemleri temel katmanları olarak kullanılmıştır. Topoğrafyanın değerlendirilmesi için tüm alana ait 5 m çözünürlüklü arazi sınıflandırılması haritası oluşturulmuştur [22].

Bayoğlu ve Hasdemir tarafından yapılan bir çalışmada, orman yollarında tesis edilen küçük hidrolik sanat yapılarının seçimi ve boyutlandırılması hakkında bilgi verilmiştir [23].

Acar, orman yollarının planlanması sırasında; derelerle kesilen havzalarda yol ağının oluşumu ve havzalar içindeki yolların birbirine bağlanmasının dere geçişlerinde yapılması, gerekli sanat yapısı ihtiyacının araştırılması hakkında bilgiler vermiştir [24].

Acar ve Gümüş, dağlık arazide orman yolu sanat yapısı ihtiyacının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanımı hakkında bilgi vermiştir [25].

1.3. Türkiye’de Orman Yolu Yapım Çalışmaları

Türkiye’de ilk orman kanununun çıkarıldığı 1937 yılı ile planlı dönemin başladığı 1963 yılı arasındaki dönem için, orman yollarının yapımıyla ilgili sağlıklı istatistikî değerlere rastlamak zordur.

1963 yılı öncesi, günlük ihtiyaçların karşılanması amacı ile rastgele inşa edilen, eğim ve konum itibarıyla orman yolu standartlarına uymayan ve ormanı yeterli ölçüde işletmeye açmayan bir çok yolun inşası söz konusu olmuştur [3]. Bu dönemde planlı bir çalışmanın olmaması, üretim-yol ilişkisini etkilemiş, sürütme mesafesini de çok kısaltmıştır. Dolayısıyla yol yapım çalışmaları elle inşaat şeklinde gerçekleşmiştir. 1957 yılından sonra, iş makineleri alınmaya başlanmış ve kısa bir zamanda elle inşaatın yerini makineli inşaat almıştır. Böylece 1938-1957 yılları arasında ancak 1779 km orman yolu inşa edilmişken, 1957-1963 yılları arasında 29587 km yol yapılmıştır. Diğer taraftan 1963 yılı itibarıyla tespit edilen toplam 31366 km uzunluğundaki orman yolunun 10675 km'si orman yol ağı planları dışında bırakılmış, 20961 km'si planlara dahil edilmiştir [26].

Orman yolları rastgele ve günlük ihtiyaçları karşılamak için değil, bir plan dahilinde ve sürekli olarak çok yönlü hizmetleri görece şekilde yapılmıştır. OGM'ce başlatılan orman yol ağı planlaması esasları 1974 yılında tamamlanmıştır. Bu çalışmalarda sadece verimli orman alanları dikkate alınarak toplam orman yolu uzunluğu 144425 km olarak planlanmıştır. Ancak, son yıllarda ormancılık teknolojisi ve tekniklerinin gelişmesi, rasyonel ormancılığın istekleri ve plan uygulamaları ile elde edilen sonuçlar bu planların revize edilmesini gündeme getirmiştir. Bu yeni düzenleme ile Türkiye ormanlarının yol ihtiyacı; üretim yolu 201810 km, orman dışı ağaçlandırma yolu 2820 km, yangın emniyet yolu 20000 km vb. yollar olmak üzere toplam 245208 km olarak belirlenmiştir. Planlı döneme geçildikten sonra, makine parkındaki artışa paralel olarak, yol inşa faaliyetleri de artarak devam etmiştir. Planlı dönem öncesi 20691 km orman yolu yapılmış olmasına karşın 1963-1984 yılları arasında 79047 km orman yolu yapılmıştır. Diğer bir ifade ile planlı dönemde her yıl ortalama 3500-4000 km arasında orman yolu yapılmıştır. Bu çalışmalar Orman Bakanlığının kapatıldığı 1984 yılına kadar devam etmiştir [27].

Reorganizasyon çalışmaları kapsamında Orman Bakanlığının kaldırılmasıyla 1984 yılında yapılan düzenlemeden sonra, orman yollarının yapım, onarım, bakım ve sanat yapılarına ait her türlü hizmetler Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) ve OGM tarafından birlikte yürütülmüştür. Bu iki kurumun 1984-1992 yılları arasında inşasını gerçekleştirdiği orman yolu miktarı 16908 km 'dir. Görüleceği gibi yıllık yol yapım miktarı bu dönemde yarıya düşmüştür [27].

Orman Bakanlığı'nın 1992 yılında yeniden kurulmasıyla birlikte, orman yolu yapım çalışmaları OGM'ce yürütülmeye başlanmıştır. 1992-1996 yılları arasında OGM'nün inşasını gerçekleştirdiği orman yolu miktarı 9474 km olarak belirlenmiştir. OGM 1992

yılında üstlendiği orman yol yapım çalışmalarını başarılı yürütürken, 1997 yılında Orman Ana Tamirhane Müdürlüklerinin kapatılmasıyla orman yolları, özel sektöre yaptırılmaya başlanmıştır. 1997-2000 yılları arasında OGM ve ihale ile yaptırılan orman yolu uzunluğu 5510 km olarak gerçekleşmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere yeni anlayışa göre yapılan düzenleme ile toplam orman yolu uzunluğu 201810 km olarak planlanmış ve 2000 yılı sonu itibariyle 131630 km'si yani % 65.23'ü inşa edilmiştir. Tablo 1'de Türkiye'de orman yollarının 2000 yılı itibariyle genel durumu gösterilmektedir [26-28].

Tablo 1. Türkiye'de orman yollarının 2000 yılı itibariyle genel durumu [26-28].

CİNSİ	BİRİMİ	YAPILMASI GEREKEN (PLANLANAN)	2000 YILI SONU		GERÇEKLEŞME ORANI
			YAPILAN	YAPILACAK	%
Orman Yolu	Km	201810	131630	70180	65,23
Orm.Dış.Ağaç.Yol.	Km	2820	-	2820	-
Yangın Emn. Yolu	Km	25544	15727	9817	61,57
Büyük Onarım	Km	61100	27923	33177	45,70
Üst Yapı	Km	54724	23277	31447	42,54
Köprü	M	23500	11967	11533	50,92
Sanat Yapısı	M	50000	20412	29588	40,83

Tablo 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, 2000 yılı sonu itibariyle yapılması gerekli olan orman yolunun % 65,23'ü, yangın emniyet yollarının % 61,57'si, büyük onarımın % 45,70'i, üst yapının % 45,24'ü, köprü'nün % 50,92'si ve sanat yapısının % 40,83'ünün yapımlarının tamamlandığı görülmektedir.

1.4. Orman Yolu Sanat Yapılarının Önemi

Orman kaynaklarından yararlanmanın sürdürülebilirliği iyi bir orman işletmeciliğine ve iyi bir kaynak yönetimine bağlıdır. Ormanların bir bütün olarak yönetilmesi, işletilmesi ve kontrolü için iyi bir yol alt yapı sisteminin gerekliliği yadsınamaz.

Orman yolları, ormancılık faaliyetlerinin sürekliliği, ekonomikliği, emniyeti ve çevresel uyumluluğu için titizlikle planlanması ve inşa edilmesi gereken yapılardır. Son zamanlarda artan çevre koruma eğilimleri orman yol inşaatlarında hassas davranılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

Öte yandan orman yollarının yapımı ve yol fonksiyonunun devamı için gereken bakım-onarım çalışmaları OGM'ne büyük maliyetler getirmektedir. Ayrıca orman yollarından tüm yıl boyunca yararlanma beklentisi orman yol inşaatlarının ve bunu destekleyen sanat yapılarının önemini vurgulamaktadır. Orman yolu sanat yapıları, koşulların güç olduğu arazide inşa edilmiş orman yolları için ayrılmaz üst yapı elamanıdır.

Orman yollarının fonksiyonlarını sürdürebilmesi için iklim şartlarına, coğrafik şartlara ve teknik şartlara uyumlu ve bu şartların olumsuzluklarını giderebilecek yapılar gerekmektedir.

Sanat yapılarının önemini vurgulamak açısından orman yollarında karşılaşılan şu sorunları analiz etmek yerinde olacaktır:

- Yağışlı gün sayısının bol olduğu bölgelerde yağmur sularının yol yüzeyinden uzaklaşmaması ve tahribatlara neden olması.
- Orman yollarında dere geçiş noktalarında sediment akışından kaynaklanan materyal birikintileri.
- Dere geçişlerinde dere suyunun yolu yarararak tahrip etmesi.
- Yol şevlerinde (alt ve üst) materyal akıntılarında ve heyelanlardan dolayı yol üzerindeki bozukluklar.
- Yol inşaatının, bozuk hareketli zeminlerde zamanla kayması vb. sorunlar belirtilebilir.

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.

1.5. Orman Yolu Sanat Yapıları

Sanat yapılarının en iyi şekilde seçilmiş ve yerel koşullara uyumlandırılmış bulunması, bunların kullanma olanaklarını arttırmaktadır. Bu husus dikkate alınmadığı takdirde, tesis ne kadar mükemmel ve sağlam yapılırsa yapılsın, dış etkenlere karşı gerekli dayanıklılığı sağlamak mümkün olamamaktadır.

Sanat yapılarının aktif çalışması ve bakım masraflarının az veya çok olması aşağıdaki hususlarla yakından ilgilidir:

- Yapı için uygun tip ve büyüklüğün seçilmesi,
- Uygun yerin seçilmesi,

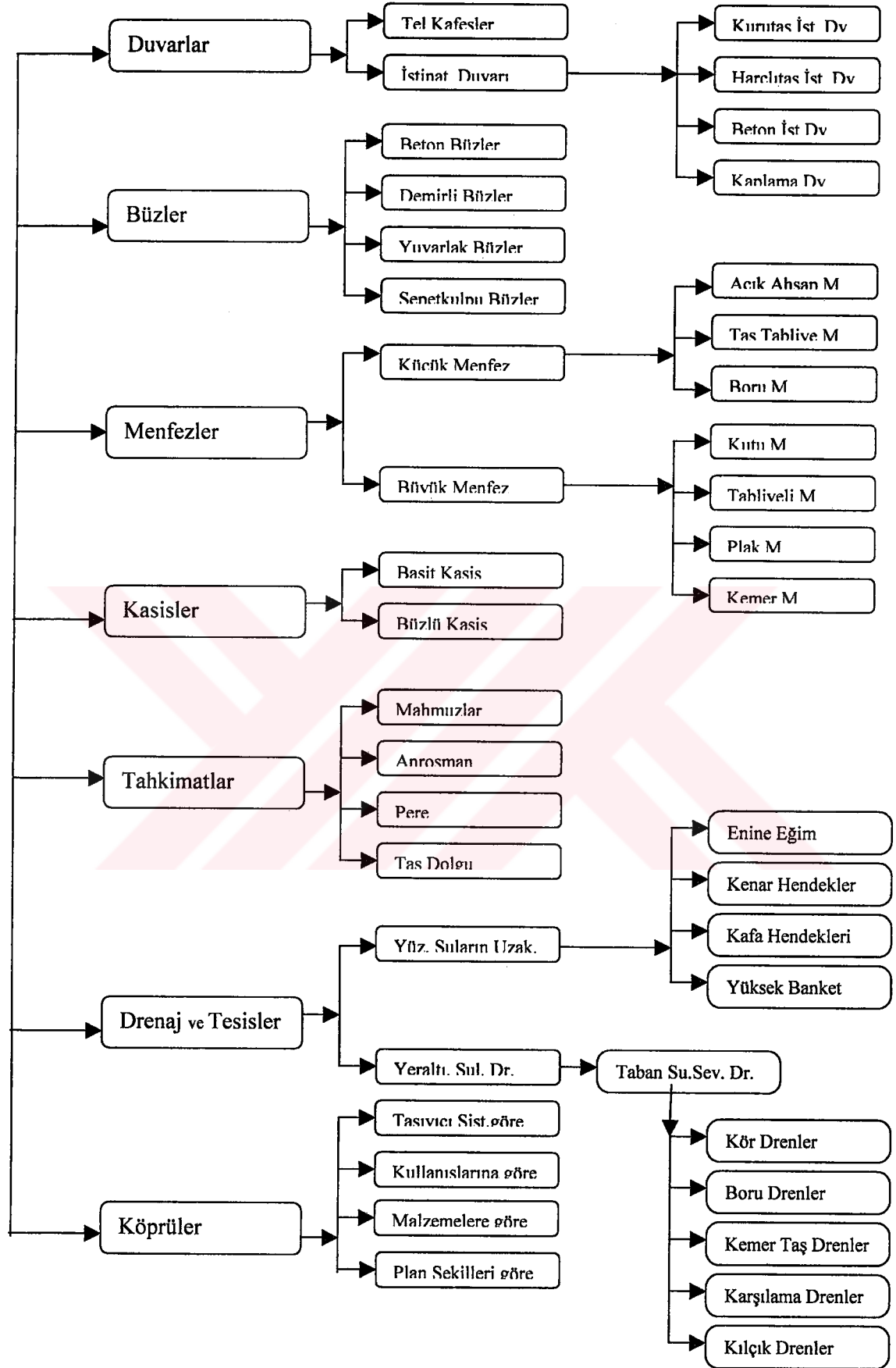
- Uygun şekilde yapımı,
- İyi bir bakım,

Bu dört esas noktaya uymakla bir yol için hayati önem arz eden drenaj sağlanacağı gibi bakım masrafları da azaltılmış olur [29].

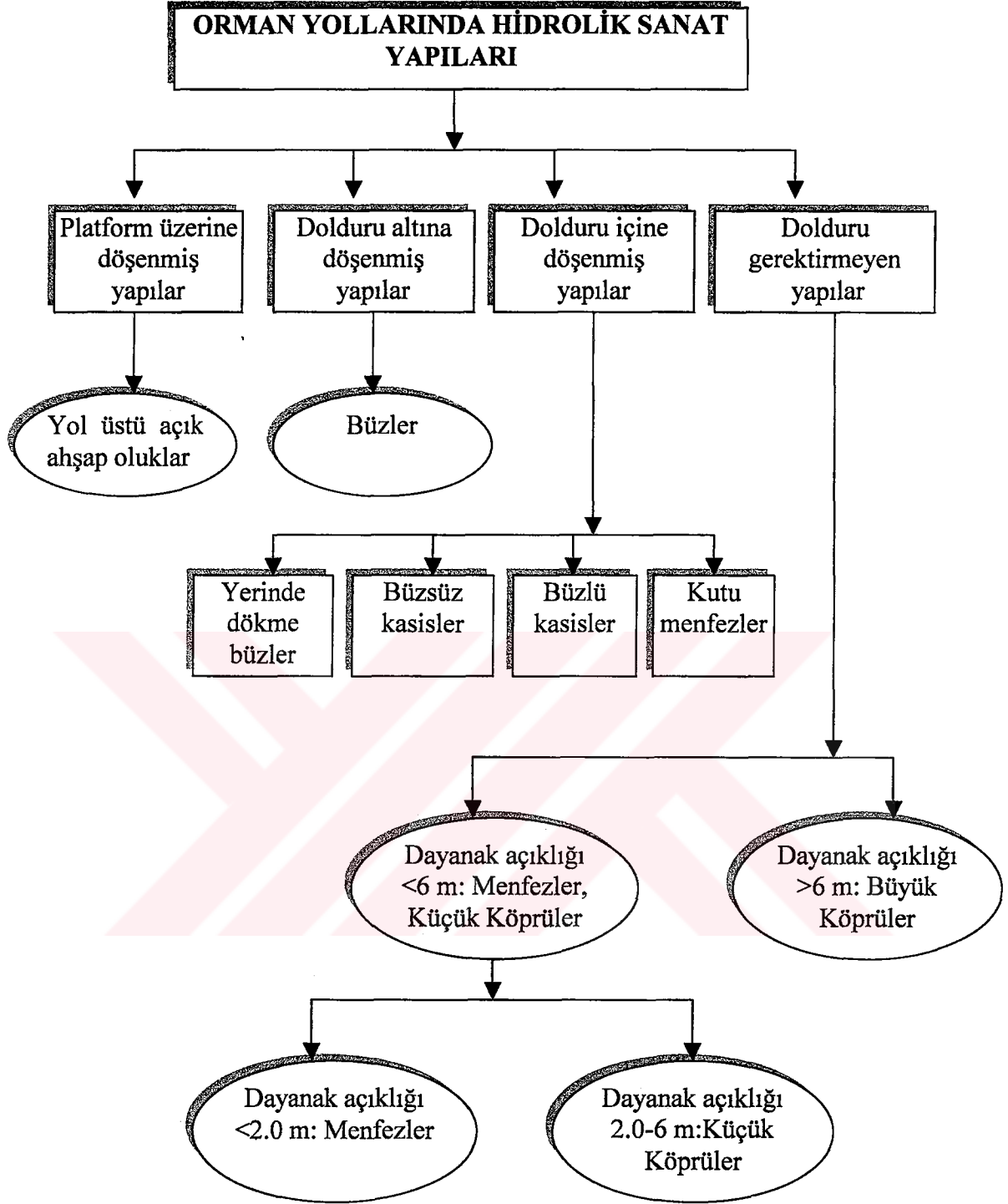
Sanat yapılarının genel sınıflandırılması Şekil 1’de gösterilmiştir.

Hidrolik sanat yapılarının sınıflandırılması ise Şekil 2’de gösterilmiştir.





Şekil 1. Sanat yapılarının sınıflandırılması



Şekil 2. Hidrolik Sanat Yapıları

1.5.1. Duvarlar ve Boyutlandırılması

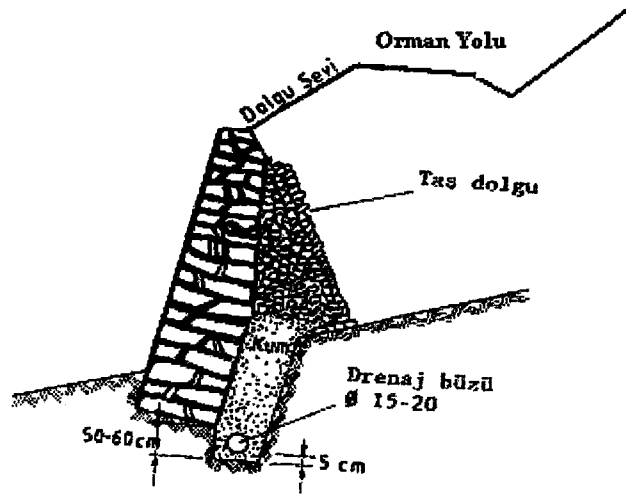
Orman yolları inşaatında istinat ve kaplama duvarlarına, çoğunlukla dolduru kitlesinin dik yamaçlar üzerinde en kesitlerde geniş bir alana yayılma eğilimi gösterdiği yerlerde veya dolgu şevi ayağının dere tabanına kadar uzadığı dolayısıyla sularla yıkanması tehlikesinin söz konusu olduğu hallerde ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı şekilde heyelana müsait arazide kayarak ve yuvarlanarak yola zarar verebilecek kitleleri yerinde tutabilmek için de istinat ve kaplama duvarları inşa edilebilir. Bunların dışında çeşitli açıklıklardaki köprü ve büyük menfezlerin ayakları da esas itibariyle birer istinat duvarı niteliğindedir.

Duvarların boyutlandırmasına etki eden unsurlar şunlardır [7];

- Duvarın kendi ağırlığı
- Duvarın arkasındaki yanal toprak basıncı
- Duvarın önündeki toprak basıncı
- Su ve sızıntı suyu basınçları
- Deprem tesiri
- Don tesiri
- Titreşimler
- Şişme basıncı

1.5.1.1. İstinat Duvarları ve Boyutlandırılması

Gerek doğal olarak oluşan ve gerekse doldurularak meydana getirilen gevşek, çözülmeye yada kaymaya uygun toprak kitlelerinin itme tesirlerine dayandırılarak bunları yerlerinde tutup, zarar vermesine engel olmak amacıyla enkesit trapez biçiminde yapılan tesislere istinat duvarı denir. Sadece toprağın yıkanmasını önlemek amacı ile yapılanlara ise kaplama(iksa) duvarı adı verilir. Buna göre istinat duvarı yük taşıyıcı bir sanat yapısı olduğu halde, kaplama duvarı yük taşımaz ve toprağın açık yüzünü dış etkenlerden korur.



Şekil 3. İstinat Duvarı

İstinat duvarları inşaatları emniyetle kullanabilmek için, maruz buldukları toprak basıncı büyüklüğünü iyice tayin edip, uygun boyutlarda yapılmasını sağlamak gerekmektedir. Bu duvarların arkasında tutulan toprak kütesine, duvar arkası doldurusu ve bu tarafa duvar arka yüzü yada duvar sırtı denilir. Duvar arkası dolduru toprağı üstte, düz meyilli yada kırık eğimli olur. Bu takdirde toprak yüzü bir düzlemden yada bir kaç düzlemden oluşur, öteki yüzüne ise duvar önyüzü adı verilir [30].

Dik ve kayalık yamaçlar üzerinde inşa edilen orman yollarında hem aşağıda kalan meşcereleri yuvarlanan taş ve kayalardan oluşan kazı materyalinin zararlarına karşı koruyabilmek ve hem de verimli orman alanı kaybını en aza indirebilmek amacıyla, ekonomik sınırlar çerçevesinde istinat duvarları inşa edilebilir.

İstinat duvarı yükseklikleri inşa edilecekleri yerin şartlarına göre belirlenir. Diğer boyutlandırılmaları, duvarın arkasında kalan toprak kitlesinin duvara tatbik edeceği itme kuvvetine göre belirlenir. Duvarın yapılacağı yerdeki duruma göre şu denge emniyetlerinin sağlanması gereklidir [8].

- Devrilmeye karşı emniyet
- Çekme gerilmesine karşı emniyet
- Temel zeminin ve duvar yapısının emniyeti
- Kayma emniyeti

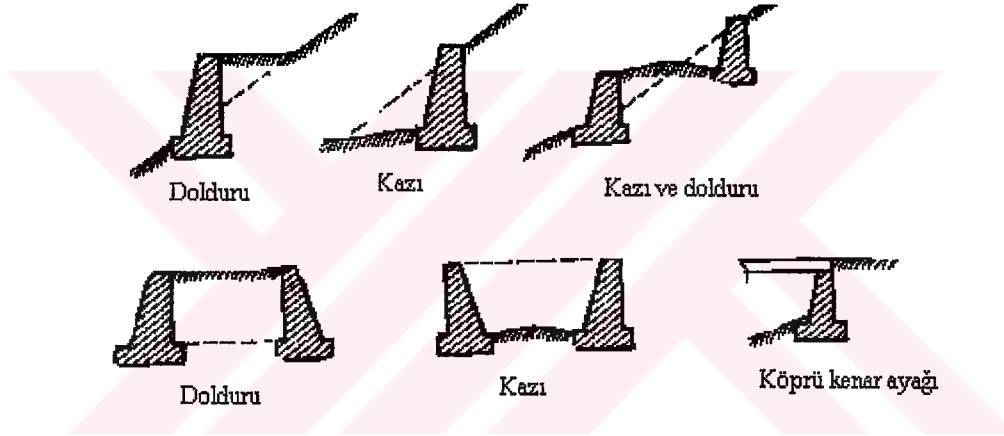
İstinat duvarlarının yapılış amacı, arkalarındaki toprak kitlelerinin yol tesislerine zarar vermesini önlemek ya da dolgu şevinin aşağıya doğru akışını engellemektir. Bu yüzden yapılacak istinat duvarının aktif toprak itmesi kuvvetine karşı koyması istenir.

Gereğinden fazla inşaat işlerini gerektirecek büyük hacimli yapılardan ve ekonomik olmayacak uygulamalardan kaçınılması unutulmamalıdır.

Orman yollarında istinat duvarları özellikle şu yerlerde yapılır:

- Dolduru şevlerinin tutmadığı ya da bunların dere tabanına kadar uzandığı yerlerde,
- En kesitlerde kırmızı hattın yamaca doğru kaydırılmasının sakıncalı görüldüğü yerlerde,
- Kayma gösteren arazilerde kazılar önünde,
- Köprü ayakları olarak köprü döşemesi altında,
- Peyzaj düzenlemeleri açısından peyzaj elemanı olarak,

İstinat duvarının yapılma amaçları ve gerektiği yerler şekil 4' de gösterilmiştir [9].



Şekil 4. İstinat duvarlarının yapım amaçları ve gerektiği yerler

İstinat duvarları ister platform seviyesinde ister şev altında inşa edilmiş olsunlar ön yüzleri her zaman kuru zeminde yer almaz. Ön yüzlerine de zaman zaman sular akabileceği gibi bu yüzler daimi olarak ya tamamen veya kısmen su altında bulunabilir. Bunun dışında duvarın arkasındaki zeminde bulunan suların da kolayca drene edilebilmesi için bazı önlemleri almak gerekir. Bir istinat duvarının inşasında çevresinin jeolojik yapısı ve topoğrafik durumu ne olursa olsun aşağıda belirlenen esasların yerine getirilmesi gereklidir [8].

- Duvarın arkasında bulunan toprak kütlesinin meydana getirdiği itmenin artmasını önlemek amacı ile bu kitlenin bünyesine uygun rutubet derecesinde tutulması gerekir. Bu da duvar arkasında yukarıdan aşağıya kadar ve boydan boya olmak üzere 30 cm

genişliğinde bir blokaj veya kayalama tabakası tesis edilerek sağlanır. Blokaj tabakası yardımıyla süzülen suların duvara zarar vermeden dışarı atılmasını sağlamak amacıyla belirli aralıklarla 10x10 cm boyutunda kare kesitli veya 10 cm çapında yuvarlak barbakanlar yapılır. Bir sıradaki barbakanların aralıkları 3.0-4.0 m, yatay sıralar arasındaki mesafeler 3 m olmalı, en alt sıradaki barbakanların ön yüzdeki ağızları zeminden en az 10 cm yüksekte yer almalıdır. Ön yüze doğru % 2-3 eğim verilen barbakanlar bir en kesitte birden fazla bulunmayacak şekilde şaşırtmalı olarak sıralanmalıdır. Duvar arkasındaki blokaj tabakasının kötü en aşağıdaki barbakanın arka yüz ağızlarından aşağı indirilmemelidir.

- Gerek toprak itmesinin gerekse taşmaların aynı olmaması sebebiyle istinat duvarları 8-15 m uzunlukta parçalar halinde inşa edilmeli ve bu parçalar arasında dilatasyon derzleri bırakılmalıdır.

- Duvar, ön yüz tarafında kayalık zeminlerde en az 1.0 m, diğer zeminlerde ise en az 1.5-2.0 m olmak üzere zemine girmiş olmalıdır. Sert kayalık zeminlerde gerek kazı ve gerekse kagirden tasarruf etmek için temel kademeli olarak açılabilir.

- Kuru ve harçlı taş duvarlar bütün kalınlıkları ile aynı zamanda yapılarak yükseltilmelidir.

- Harçlı istinat duvarlarının üstü 3 cm kalınlığında bir çimento şap tabakası ile örtülmelidir. Dolduru sevi ucu, duvar üst yüzünden 25-30 cm içerden başlamalıdır.

- Harçlı ve moloz taş duvar yapımında taşlar, ocak veya kazıdan çıkan şekliyle, kenarları ve altları kabaca çekiçle düzeltilerek kullanılır.

- Kuru taş duvarda üst genişlik 60 cm'den az ve kullanılan taşların yüksekliği, genişliğinden ve derinliğinden fazla olamaz. Temeli ve köşeleri oluşturan taş sıraları öncelikle büyük seçme taşlardan yapılmalı, köşelerle duvarın baş ve sonunda kullanılan taşlar düzgün yüzeylilerden seçilmelidir. Bütün taşlar geniş yüzeyleri üzerine ve en az üç noktası ile altındaki taş sırasına oturtulmalı ve en az boşluk verecek şekilde birbiri ile yatay ve düşey doğrultularda bağlantılı olarak örülmelidir. Görünen yüzlerde derz aralıkları 4 cm den çok olmamalı her taş arada en az boşluk kalacak şekilde oturtulabilmelidir.

- En az kalınlığı 50 cm olması gereken harçlı taş duvarlarda taşlar temizlenmeli ve ıslatılarak kullanılmalı, derzler tamamen harçla doldurulmalı, taşlar birbirine harçsız olarak temas etmemelidir ve harçsız boşluk kalmamalıdır. Görünen yüzeylerinde metrekarede 15 den fazla taş bulunmamalı yüzeyde görünen taşlardan her m²' de en az iki tanesi eşit şekilde dağılmış olmak üzere kargir iç kısmı ile bağlantı sağlanmalıdır.

Duvarda bütün taşlar geniş yüzeyleri üzerine oturtulmalı taşın yüksekliği genişlik ve derinliğinden fazla olmamalıdır. Taşların duvar içinde kalan bütün yüzleri harçla sarılmış olmalı, görünen yüzlerdeki derzler 4 cm den fazla olmamalıdır.

- Özellikle yolların kayma ve heyelanlara karşı korunması amacı ile yapılan istinat duvarlarında, bunların fonksiyonlarını tam olarak yerine getirebilmesi için drenaja büyük önem verilmelidir. Heyelan ve kaymaları önlemek için yapılan istinat duvarları ilk bakışta yalnızca bir toprak etkisine maruz kalacak gibi görülmekle birlikte iyi bir drenaj sağlamadığı takdirde arkasında birikecek suyun hidrostatik etkisine de maruz kalacağı gibi suyun temele sızarak temeli zayıflatması söz konusudur. Bu sebeple orman yollarında drenajın sadece barbakanla temini bazı hallerde yeterli olmamaktadır. Bu gibi yerlerde barbakanlara ilave olarak boyuna drenaj borularının uygulanması da gerekmektedir. Bu amaçla tercihen perfore madeni veya plastik boruların veya beton büzlerin kullanılması uygun olur. Çapları 15-20 cm olan bu büz veya borular temel kotundan 50-60 cm kadar aşağıda olmak üzere açılan hendeğe yerleştirilir ve üstleri kumla doldurulur [8].

1.5.1.1.1. Kuru Taş İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması

Kuru taş istinat duvarları bir harç kullanmadan taşların üst üste dizilmeleri ile meydana gelen duvarlar olarak söylenebilir. Bu duvarların yüzü bitkiler ile kaplanabilmekte ve orada duvar taşları tutabildiğinden stabilitenin devamını sağlayabilmektedir.

Bu tip duvarlar kaliteli ve sağlam taş malzemenen yapılmadığı ve taş dizilişlerine de yapım sırasında dikkat edilmediğinden genellikle stabil ve sağlam değildirlir. Beklenmedik bir yağış sonunda ve ani bir nedenle kendiliğinden yıkılarak tehlikeli sonuçlar doğurması kaçınılmazdır. O nedenle yapım yerlerine, yapım şekillerine ve görevlerinin ne olacağına çok dikkat etmek gerekmektedir. Maliyetleri düşük olup ancak yükseklikleri fazla olmayan tali nitelikte bir duvar şekli olabilir. Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından uygulanmakta olan kuru istinat duvarının arka yüzü genellikle düşey; ön yüzü 1:1/3 - 1:1/4 eğimli olarak yapılır.

Kuru taş duvar olarak inşa edilecek istinat duvarlarında duvar üst genişliği K, duvar yüksekliğine göre alınır (Tablo 2).

Tablo 2. Kuru taş duvar boyutları [31].

Duvar yük. h (m)	Duvar üst gen. K(m)
1,0	0,70
2,0	0,80
3,0	0,90
4,0	1,00
5,0	1,10
6,0	1,20

1.5.1.1.2. Harçlı Taş İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması

Harçlı taş duvar olarak inşa edilecek istinat duvarlarında duvarın üstünde bir toprak kitlesinin bulunmadığı ve duvarın oturmuş toprak ya da dolduru önünde inşa edileceği yerlerde duvarın yüksekliği (h) ye göre, üst genişlik (K) tablodan alınır (Tablo 3).

Tablo 3. Duvar yüksekliğine göre duvar üst genişliği [31].

Duvar yüksekliği H (m)	Oturmuş bir toprak kitlesi önünde	Bir imla (dolduru) kitlesi önünde
	Duvar üst genişliği K (m)	
1	0,50	0,60
2	0,50	0,60
3	0,50	0,75
4	0,60	0,85
5	0,75	1,00
6	0,90	1,15
7	1,05	1,25
8	1,20	1,40
9	1,35	1,50
10	1,50	1,65

Harçlı taş duvar olarak inşa edilecek istinat duvarında duvarın arka yüzü genellikle düşey; ön yüzü 1:1/4 - 1:1/6 eğimli olarak yapılır [31].

1.5.1.1.3. Beton İstinat Duvarı ve Boyutlandırılması

Beton duvar olarak inşa edilecek istinat duvarlarında duvar üst genişliği en az K:3-4 cm olarak alınmalıdır. Bu duvarlarda arka yüz düşey, ön yüz 1:1/15 veya 1:1/20 eğimli olarak yapılır.

Yamuk kesitli ve ön yüzünün eğimi 1:1/5 olan beton duvarlarda duvarın arkasındaki toprak kitlesinin durumuna, duvarın yüksekliğine (h) doğal şev açısına (q) göre duvarın taban genişliği (b) tablodan alınabilir (Tablo 4).

Tablo 4. Beton duvarlarda duvar yüksekliğine göre taban genişliği değerleri [31].

Duvar Yüksekliği H (m)	Toprak kitlesi duvar üstünü aşmadığına göre				Toprak kitlesi duvar üstünü 1 m aştığına göre			
	25°	30°	40°	45°	25°	30°	40°	45°
Duvarı taban genişliği (m)								
2	0,75	0,68	0,60	0,60	1,15	1,05	0,85	0,80
3	1,13	1,07	0,90	0,85	1,60	1,46	1,16	1,10
4	1,55	1,47	1,20	1,110	2,10	1,92	1,50	1,40
5	2,07	1,92	1,54	1,40	2,70	2,40	1,87	1,73

1.5.1.1.4. Kaplama (İksa) Duvarı ve Boyutlandırılması

Orman yollarında kazı şevlerindeki akma ve kaymaları önlemek için iki çözüm yolu bulunmaktadır. Bunların birincisi şevi teşkil eden zeminin kohezyonunu artırarak akmasına engel olmaktır ve bu da çeşitli bitkilerle şevin yeşillendirilmesi yolu ile sağlanır. İkincisi ise şevin üstününün bir kaplama tabakası ile örtülmesi ve böylece yağmur ve kar suları ile temasının kesilmesi ile gerçekleştirilir. Şev üzerinin kaplanması pere gibi kuru kargirle sağlanabileceği gibi kuru veya harçlı kaplama duvar ile de yapılabilmektedir. Pere ile kaplama bir toprak itmesinin söz konusu olmadığı ve şevlerin yeterince yatık (en fazla 1:1) olması durumunda uygulanabilir. Pereyi oluşturan taşlar 20-30 cm kalınlıkta olur ve 5-10 cm kalınlıkta bir çakıl veya kum tabakası üzerine oturtulurlar. Taşların birleşimleri bindirmeli olacak şekilde düzenlenir. Kazı şevlerinin korunmasında söz konusu olan kaplama duvarları genellikle kuru veya harçlı taş duvar şeklinde yapılır. Çatlamış ve parçalanmış kayalık şevlerde yerlerinden kopan parçaların düşmesini önlemek amacıyla yapılan kaplama duvarlarının üst genişlikleri kuru taş duvarlar için 60 cm , harçlı duvarlar için 50 cm ve ön yüz eğimleri de birinciler için 1:3, ikinciler için ise 1:5 olacak şekilde uygulanır. Diğer durumlarda ise bir miktar toprak itmesinin de etki yapacağı düşünülerek istinat duvarı kesitine benzer kesitlerde kaplama duvarı inşa edilir ve bunlar genellikle iksa duvarı olarak isimlendirilir. Kuru iksa duvarı için uygulanabilecek maksimum yükseklik 4.0 m' dir.

Kaplama duvar yapımında genellikle moloz taşı kullanılır ve harçlı olanlarda 250 kg/m^3 çimento dozlu harç yeterli olur. Kaplama duvarlarının arka yüzleri ile duvarın kaplayacağı zemin yüzü arasında hiçbir şekilde boşluk kalmamalı, bunu temin için gereken yerler kayalama ile doldurulmalıdır. Aynen istinat duvarında olduğu gibi kaplama duvarlarında da barbakanlar tesis edilmelidir [9].

Tablo 5. Duvar üst genişliği [9].

Duvar yüksek. H (m)	Duvar üst yüzü üzerindeki toprak kitlesinin yüksekliği h ₀ (m)					
	1 m. ye kadar	2	4	6	8	10
	Duvar üst genişliği K (m)					
1	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
2	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
3	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80
4	0,78	0,79	0,84	0,90	0,95	1,00
5	0,96	0,98	1,03	1,09	1,15	1,20
6	1,15	1,17	1,23	1,29	1,35	1,41
7	1,33	1,36	1,42	1,48	1,54	1,61
8	1,51	1,54	1,61	1,68	1,74	1,81
9	1,70	1,73	1,80	1,88	1,94	2,02
10	1,88	1,92	1,99	2,07	2,14	2,22

1.5.1.2. Tel Kafesler (Gabionlar)

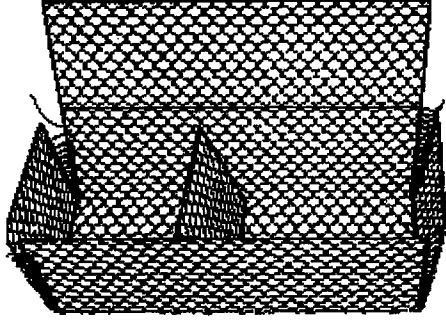
Tel kafes duvarları normal istinat duvarları gibi yapılırlar. Duvarlarda kullanılan harç yerine tel kafes duvarlarda bağlayıcı teller kullanılır. Basamaklar halinde yapılırlar.

Tel kafes duvarların yapımı şu aşamalarda gerçekleşir:

1-Tel kafeslerin alınması: Tel kafesler fabrikalardan rulolar halinde alınır.

2-Tel kafeslerin serilmesi: Düz bir zemin üzerinde tel kafesler düz bir şekilde serilir.

3-Tel kafeslerin oluşturulması: Bükülmemiş olan ön kenar, kenarlı bir ahşap kiriş kullanarak dik açılı olacak şekilde bükülür [9].

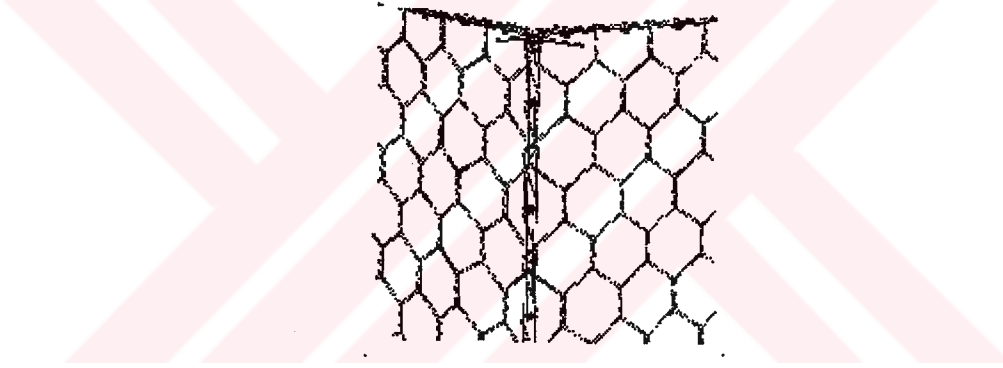


Şekil 5. Tel kafesin oluşturulması



Şekil 6. Tel kafesin serilmesi

4-Tel kafes kenarlarının tellerle bağlanması: Bütün tel kafes bükülme yerlerinin bitirilmesi sonrası kenarlar birbirine sağlam bir şekilde tellerle bağlanır (Şekil 7).



Şekil 7. Tel kafesin bağlanması

5-Boş olarak yapı yerine getirilen kafesler burada yan yana dizilerek tekrar birbirlerine bağlanırlar.

6-Tel kafeslerin doldurulması: Tel kafeslerin oluşturulacağı yerde içlerinin taşlarla doldurulması gerekir. Doldurma işlemi elle yada ekskavatörle yapılabilir. Kafeslerin doldurulması için en önemli husus hacmin en büyük yani boşluğun en küçük kalacak şekilde doldurulması işleminin yapılabilmesidir. Kullanılacak taşlar yuvarlak ve eşit büyüklükte olmalıdır.

7-Tel kafesin kapatılması: Tel kafes içindeki taşlar tel kafesin kapatılmasını engellememelidir.

Tel kafes duvarların olumlu yönleri şunlardır:

- Yapım süresinin kısa oluşu,
- Elastik oluşu,
- Geçirgen oluşu ve bu nedenle iyi bir drenaj sağlaması,
- Kenar demirler sayesinde hiçbir hasar ortaya çıkmadan oturma yapabilmesi,
- Uzun süre dayanıklı ve güvenli olarak kalabilmesi,
- Harçlı taş ve beton duvarlardan daha ekonomik olması,

1.5.2. Büzler ve Boyutlandırılması

Büzler, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akışını sağlayan beton ya da seramik malzemeden ekseriya daire kesitinde imal edilen küçük, yeraltı su kanallarıdır. Orman yollarında dolgu altında kullanılan büzlerin boyları 1.0 m ve çapları akan su miktarına bağlı olarak 60 cm ve 80 cm arasında değişir. Karayolları yapımında 1.0 m ve 1.20 m çapında büzlerden de faydalanılır.

Orman yolları yapımında küçük hidrolik yapı olarak kullanılan büzler kullanılacakları yerin özellik ve önemine göre beton veya demirli beton, biçimleri ise dairesel kesitli ya da sepet kulplu olabilir [8].

Orman yollarında büzlerin kullanıldığı yerler şöyle sıralanabilir;

- Yolların küçük dere yataklarını kestiği yerlerde,
- Ters eğimlerin kesim noktalarında,
- Yolların birbirini kestiği yerlerde,
- Normal olarak her 150 m'de, bataklık veya ıslak arazilerde her 50 m'de,
- Drenaj çalışmalarında,
- Kenar hendeklerde toplanan suların belirli aralıklarla yolun diğer tarafına akıtılması için,

Büzlerin yerleştirilmesi sırasında göz önünde tutulacak esaslar şunlardır;

• Büzler içlerinden geçirilecek akarsuyun doğal yatağına plan ve boyuna kesitte uygun olmalıdır.

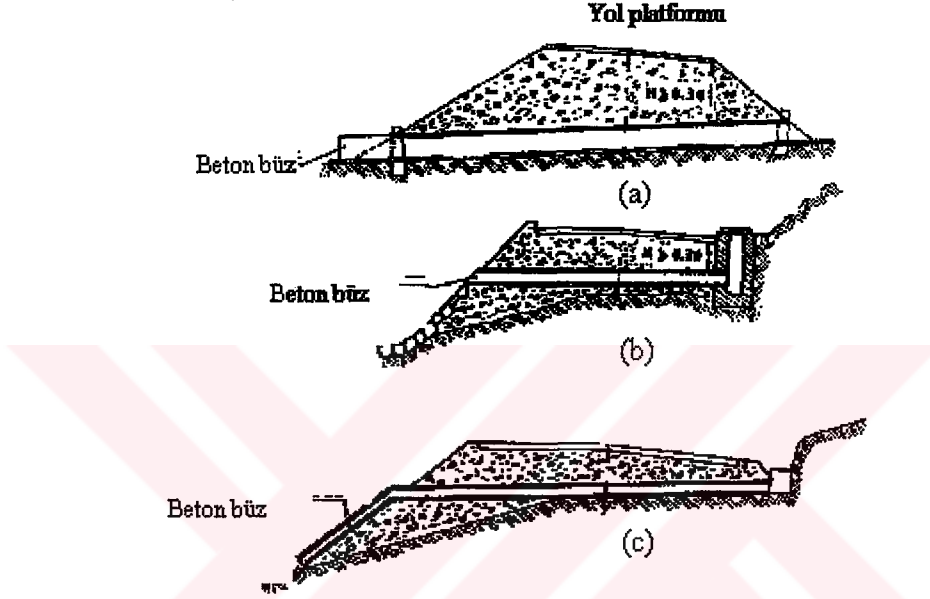
• Büzlerin yeri, eğimi ve kotları akarsuyun akışında önemli değişiklikler yapmayacak ve doğal durumu zorlamayacak bir biçimde seçilmelidir.

• Büzlerin su giriş tarafındaki ağızlarının kotları, akarsuyun talveg çizgisi ile aynı kotta olmalıdır. Çünkü eğer ağız daha yüksekte ise bir engel oluşturarak suların giriş

tarafındaki kotunun yükselmesine yani kabarmaya, eğer ağız daha aşağıda ise sanat yapısının girişinde sürüntü malzemesi birikimine neden olur.

- Büzlerin su çıkış ağız kotları talveg çizgisi ile aynı kotta olmalıdır. Eğer çıkış ağızı yüksekte ise ağız yöresinde oyulmalar oluşur, eğer daha aşağıda ise bu halde su birikerek büzün çıkış ağzının kapasitesini azaltır ve suyun yükselmesine neden olur.

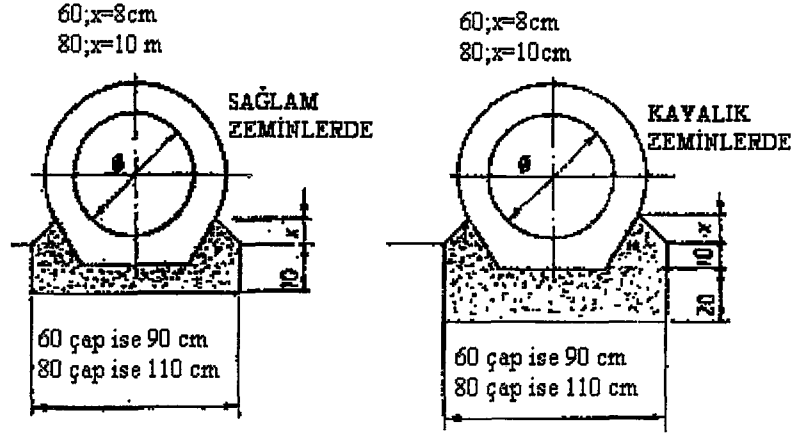
- Büzler yol seviyesinden en az 30 cm daha derinden geçmelidir.



Şekil 8. Beton büzlerin doldurularda (a), kazılarda (b,c) yerleştirilmesi ve büzden akan suyun oyucu etkisine karşı toprak şevlerinin taş ile kaplanması ya da büz ile aşağıya akıtılarak korunması

- Büzler tek eğim göstermeli ve eğimleri % 2-15 arasında kalmalıdır.
- Büze su veren akarsu yatağı sanat yapısının bir devamı biçiminde kabul edilerek düzeltilmelidir.
- Büzlerin konacağı yere ait bir tek kesit alınarak büzün konulacağı yer saptanmalıdır.
- Zorunlu olmadıkça yüksek dolgu altlarında büz kullanılmamalıdır. Çünkü bu durumda kırılma ve çatlama olacağı gibi onarımı da olanaksızdır.
- Büzler ilkbaharda ve taşıma mevsiminin sonunda olmak üzere yılda iki defa kontrol edilerek ve temizlenmelidir.

Büzlerin yerleştirilmesi sağlam zeminlerde ve kayalık zeminlerde birbirinden farklıdır. Bu zemin cinslerine göre büzlerin nasıl yerleştirileceği Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Sağlam ve kayalık zeminlerde büzlerin yerleştirilmesi

Tablo 6. Büzlerde baş duvar boyutları [23].

Büz iç çapı (cm)	H (m)	L (m)
60	1,56	2,75
80	1,98	3,35

1.5.2.1. Beton Büzler ve Boyutlandırılması

Beton büzler demir kalıplar ile dökülür. Orman yollarında kullanılan beton büzlerin çapları genellikle 60-80 cm arasında değişmektedir. Sağlam zeminlerde büz yeri, büz eksenini boyunca en az 10 cm derinlikte kazıldıktan sonra taban düzgün olarak tesviye edilir. Zemini tesviye amacı ile çukurlar doldurulup iyice tokmaklandıktan ve büzler yerlerine konulduktan sonra, büzün iki tarafı toprakla tabaka tabaka doldurularak her tarafı tokmaklanmak suretiyle iyice sıkıştırılır.

Çürük ya da kayalık zeminlerde büzün altına en az 20 cm kalınlığında sağlam toprak yayıp iyice tokmaklandıktan ve sıkıştırıldıktan sonra büzler yerlerine yerleştirilmelidir. Bundan sonra büzlerin iki tarafı tabaka tabaka homojen ve sağlam toprakla doldurularak sıkıştırılmalıdır.

1.5.2.2. Demirli Büzler ve Boyutlandırılması

Beton büzler için kullanılan demir kalıplar aynı ebatlarda kullanılır. Mukavemetleri fazla olmakla beraber özel bir işçiliği gerektirdiğinden orman yollarında kullanılmamıştır.

1.5.2.3. Dairesel Kesitli Büzler ve Boyutlandırılması

Suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akışını sağlayan, beton malzemedan yapılan ve daire kesitinde imal edilen küçük yeraltı su kanallarıdır.

Orman yollarında dolgu altında kullanılan dairese kesitli büzlerin boyları 1.0 m, iç çapları da esas itibarıyla 60 cm ve 80 cm dir. Taşıma ve yerine yerleştirmedeki güçlük nedeniyle büzler daha uzun boylarda imal edilmezler. Daha büyük çaplı olanlar ise ancak demirli beton şeklinde imal edilerek kullanılabilir.

Orman yollarında kullanılan dairese kesitli büzlerin boyutları ve yapımlarında kullanılan malzeme miktarları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Dairesel kesitli büzlerin boyutları ve kullanılan malzeme miktarları [23]

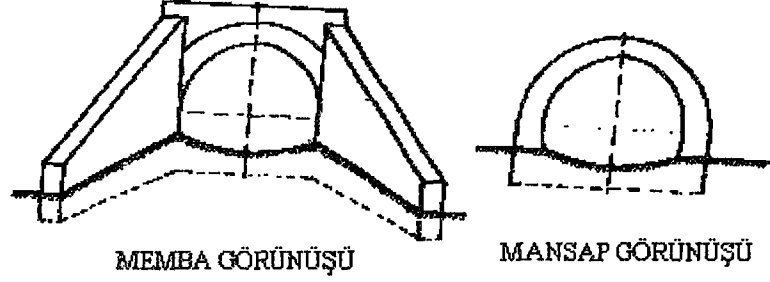
Büzün iç çapı (cm)	Cidar kal. (cm)	Taban geniş. (cm)	Büzün kesit alanı (m ²)	1 m büz için malzeme miktarı		
				Kum-çakıl (m ³)	Çimento (kg)	Su (m ³)
60	9,0	40	0,207	0,239	82,8	0,156
80	11	50	0,332	0,382	132,8	0,252

1.5.2.4. Sepet Kulplu Yerinde Dökme Büzler ve Boyutlandırılması

Yüksek dolgularda meydana gelen büyük basınçlar nedeniyle dairese kesitli büzlerin kullanılması olanaksızlaşır. Bu gibi hallerde yerinde dökme sepet kulplu büzlerden yararlanılır.

Sepet kulplu yerinde dökme büzler 60 cm ve 80 cm çaplarında olmak üzere iki boyutta yapılır. Sepet kulplu büzlerin mansap (çıkış) tarafı ise bir temel üzerine oturtulmalıdır. Bazı hallerde büzün memba (giriş) tarafında suyu toplamak için beton kanat duvarlar da yapılabilir. Böyle hallerde menba ve mansap kısımları Şekil 10’da görüldüğü gibi düzenlenmelidir.

Yolu kesen ufak akarsuların toprak gövdeyi alttan geçmek için döşenen büzlerin giriş (membra) ve çıkış (mansap) yönlerine genellikle birer baş duvar yapılır. Yerinde dökme sepet kulplu büzlerde büz baş duvarları ters eğimlerde yol eksenine paralel ve çıkıntısız, iniş eğimlerinde ise üst baş duvarı suların aşağı doğru akmaması için yamaca doğru çıkıntılı tesis edilmektedir. Baş duvar sayesinde toprak dolgu eteklerinin, büz ağzına akması önlenmiş olur [30].



Şekil 10. Beton kanat duvarlı yerinde dökme büz

Orman yollarında kullanılan yerinde dökme sepet kulplu büzlerin boyutları ve yapımlarında kullanılan malzeme miktarları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Sepet kulplu büzlerin boyutları ve kullanılan malzeme miktarları [23].

Büzün iç çapı (cm)	Cidar kal. (cm)	Büzün kesit alanı (m ²)	1 m büz için malzeme miktarı			
			Kalıp (m ²)	Kum-çakıl (m ³)	Çimento (kg)	Su (m ³)
60	0,12	0,322	2,91	0,393	80,5	0,164
80	0,16	0,570	3,90	0,695	142,5	0,291

1.5.3. Menfezler ve Boyutlandırılması

Büzlerin yeterli gelmediği durumlarda, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akıtılmaları menfez denilen ve genellikle toprak altına yapılan tesisler ile sağlanır. Menfezler büzler gibi yol eksenine dik ya da eğik biçiminde yapılır. Açıklıkları Devlet Karayollarında 10.0 m orman yollarında ise tebliğlerle 6.0 m den küçük olarak kabul edilmiştir. Menfezler ahşap, düz ve ondüle çelik ile betonarme olarak toprak altı ya da yol üstü düzeyinde inşa edilirler.

Bir menfezin projelendirmesinde en önemli konu açıklığın saptanmasıdır. Bunun için de menfezin su toplama bölgesi ve büyük yağmurlar göz önüne alınarak derenin maksimum su tüketiminin saptanması gerekir. Su toplama bölgesinin uzunluğuna, yüzey büyüklüğüne arazinin durumu ve örtüsüne göre su toplama bölgesinin her km² başına (menfez yerine) bir saniyede geçecek su miktarı verilmiştir (Tablo 9). Özel durumlarda su toplama bölgesinde yapılacak etütler dışında bu tablo kullanılabilir

Tablo 9. Su tüketimi [32].

Su Tüketimi, Q [m ³ /sn.km ²]				
Su toplama bölgesinin		Beher km ² . için sn. gelen m ³ olarak		
Uzunluğu [km]	Yüzeyi [km ²]	Dağlık, su geçirimsiz, ağaçsız, dik yamaçlar	Tepelik, az su geçirimli ağaçsız ,az dik yamaçlar	Su geçirimli, ağaçlı ve ovalık,yatık yamaçlı yerler
2	5	32	16	8
2	5	16	8	4
4	10	8	4	2
8	30	5	3	1,5
12	70	3	1.6	0,8
16	150	2	1	0,5
24	300	1	0,5	0,3
50	1000	0,8	0,4	0,2
100	3000	0,6	0,3	0,15
200	8000	0,4	0,2	0,10

Bu tablonun kullanılmasında su toplama bölgesinin saptanması bir eşyükselti eğrili harita üzerinden yapılır. Arazi üzerinde yapılacak bir keşifle de arazi cinsi saptanmış olur. Menfezler, saptanan azami su miktarından (debi) hava payı mesafesi kadar daha geniş tutularak normal akış seyirinin değiştirilmemesine çalışılır. Ancak çok geniş dere yatağına sahip olan fakat ani yükselme göstermeyen mecra suları, yan yana konan büzler yardımı ile akıtılabilir.

Menfezlerde bırakılması gereken en az hava payı mesafeleri şöyledir:

Tablo 10. Hava payı mesafeleri [30].

Açıklık (m)	En az hava payı (m)
0,7	0,25
1,0	0,35
2,0	0,60
3,0	0,80

Menfezlerin yapımı ve seçimi sırasında şu hususların daima göz önünde bulundurulması gerekir [7]:

- Menfezler, içlerinden geçirecekleri akarsuyun doğal yatağına plan ve boy kesitte uygun olmalıdır.

- Menfezlerin yeri, eğimi ve kotu, akarsuyun akışında önemli değişiklikler meydana getirmeden ve doğal durum bozulmadan saptanmalıdır.

- Mamba tarafındaki ağız kotu, akarsuyun talveg çizgisi ile aynı seviyede alınmalıdır. Eğer ağız daha yüksek ise, bir engel oluşturarak suların mamba tarafındaki kotunun yükselmesine yani bir kabarmaya, eğer ağız daha alçak ise sanat yapısının girişinde sürüntü malzemesi birikmesine neden olur.

- Menfezlerin mansap ağız kotu da talveg çizgisi ile aynı seviyede olmalıdır.

- Yapıya tek bir eğim vermeye özen gösterilmelidir. Zorunlu hallerde mamba tarafının eğimi, mansap tarafındaki eğimden daha fazla alınmalıdır.

- Hidrolik yapıların mamba ve mansap ağızları belli bir mesafede, doğal akarsu yatağının duvarıymış gibi düzeltilmelidir.

- Yapı yeri saptandıktan sonra gerekli en kesit ve talveg profilleri belirlenmelidir.

Menfez inşaatının, yol yapımı sırasında toprak işlerini hiçbir zaman aksatmayacak biçimde yürütülmesine çalışılmalıdır. Menfezler, akıttığı suyun debisine, açıklık mesafesine ve yollarda yaptığı göreve bakılarak küçük menfezler ve büyük menfezler olmak üzere başlıca iki kısma ayrılmaktadır.

1.5.3.1. Küçük Menfezler ve Boyutlandırılması

Küçük menfezler, eğimi yüksek orman yollarında dar açıklıklarla yağmur sularını toplamak için yüzeye yakın olarak yapılır. Bunlar yapım bakımından üstü açık ahşap ve taş menfezler ya da beton plakalı ve üstü kapalı olmak üzere iki biçimde düzenlenir.

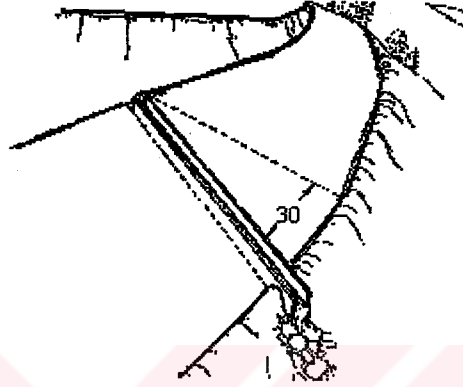
1.5.3.1.1. Yol Üstü Açık Menfezler ve Boyutlandırılması

Yol üstü açık menfezler sadece orman yollarında kullanılır. Genellikle dağlık arazide yer alan orman yollarının eğimleri dik olduğu için yağışlarla yol yüzeyine düşen sular sürekli olarak yol eksenini boyunca akmakta ve yol yüzeyini hemen terk etmemektedir. Eğimin etkisiyle akış hızı yükselen sular, zamanla yol yüzeyinde iz ve yarınlar oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle orman yollarında yol eksenini boyunca zarar veren sular, çeşitli tiplerdeki üstü açık menfezlerle en hızlı şekilde yol yüzeyinden uzaklaştırılmaktadır.

Toprak yollarda yol yüzeyinden akan suların uzaklaştırılması için yararlanılan en basit tesisler yuvarlak ahşap eşiklerdir. Bu tesisler 8-15 cm çapında yuvarlak ağaçların

kalın uçları yamaç tarafına gelecek şekilde ve yol eksenine ile 30°'lik açı yapacak şekilde bir iz içine yerleştirilmesi ve baş taraflarından karşılıklı olarak çakılan kazıklarla tespit edilmesi ile tesis edilmektedir (Şekil 11).

Yüzeiden akan yağmur sularını çoğalmadan toplayabilmek için yol eksenine dik yada eğik vaziyette, tam işlenmiş ağaç malzemenen üstü açık menfezlerde yapılabilir [21].



Şekil 11. Yol eksenine 30° eğik gömülen kalas yapımı bir açık ahşap menfezin yan hendeklerden gelen suyu şematik olarak boşaltması

Açık menfezlerin avantajlı tarafı, iç kısımlarının dal, yaprak ve çamurdan kolayca temizlenebilmesidir. Açık ahşap menfezlerin uygulanmasında seçilecek aralıklar, yolun eğiminin fazlalığı oranında kısalmaktadır. Bu aralıklar Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Açık ahşap menfezlerin uygulama aralıkları [8].

Elverişli koşullar		Elverişsiz koşullar	
Yolun eğimi (%)	Zararlı erozyonu engelleyen aralıklar (m)	Yolun eğimi (%)	Zararlı erozyonu engelleyen aralıklar (m)
5	72	8	30
6	56	10	26
10	36	15	16
15	27	-	-
20	21	-	-

1.5.3.1.2. Taş Tabliyeli Menfezler ve Boyutlandırılması

Küçük menfezlerin bir türü de, tabiatta mevcut malzemenen yararlanma imkanı sağlayan taş tabliyeli menfezlerdir.

Bunlar isminden de anlaşılacağı üzere orman yollarında genellikle üst kısmı kapalı olarak yapılır. Ya beton olarak örtülür ya da çevrenin jeolojik yapısına uyarak elverişli, sağlam yassı taşlarla kapatılır. Bunlar orman yollarında tabakalı (yassı) ve tabliye olmaya elverişli taş malzemenin bulunduğu yerlerde yapılır.

Taş tabliyeli menfezlerin açıklıkları 30-80 cm arasında olur. Menfez ayak duvarı 40-60 cm olarak düzenlenir ve üzerine en az 30 cm kalınlığında kumtaşından oluşan bir taş tabliye kapak oturtulur. Kapak taşları sağlam ve dış etkilere dayanıklı olmalıdır. Dik ayak duvarlarının ön cepheleri daima düşey olarak yapılır. Küçük duvarlarda arka cephe düşey olur. Fakat yüksek duvarlarda arka cepheye eğim verilerek veya kademeler yapılarak tabana doğru duvar kalınlığı artırılır. Suların birikmesi bakımından kademeler tavsiye edilmez. Menfez tabanları % 8 eğimli yapılır ve ayak duvarı arasına 200 kg/m^3 dozajlı bir grobeton tabakası serilir [8].

Bu tip menfezlerde basıncı, iki dayanıklı köprülerde olduğu gibi, sağlam mesnetlere oturan taş tabliye karşılar. Bu nedenle taş cinsinin ve taş kalınlığının, dayanak açıklığına ve üstten bastıran yüke göre uygun biçimde seçilmesine dikkat etmek gerekir. Bunun için de menfezin üzerinden geçen yükün (aracın) ağırlığı, menfezin taşıdığı dolduru toprağının yüksekliği, yol kaplamasının kalınlığı ve taş tabliyenin bastığı iki dayanak arasındaki açıklığın belirlenmesi lazımdır. Bu tip menfezler Türkiye'deki ormanlarda bugün pek kullanılmamaktadır.

1.5.3.1.3. Boru Menfezler ve Boyutlandırılması

Menfezlerin en basit şekli olup bunlar az miktarda suyun geçirilmesi söz konusu olduğu zaman kullanılır. Şu avantajları vardır;

Diğer menfezlere göre çok daha ucuzdur ve bunların inşaatı hızlı olur. Çünkü boru menfezlerin yerine konması için genellikle pek az hazırlığa ihtiyaç vardır.

Boru menfez inşaatında şunlara dikkat etmek gerekir:

Menfezin uzunluğunca homojen ve sağlam temel bir teşkil edilmelidir. Bundan başka boru menfezin taşıt araçlarının ağırlıkları altında kırılmamaları için üzerinde yeterli kalınlıkta bir dolgu tabakasının bulunması gerekir.

Boru menfezlerin alt tarafı su hendeği dibinden biraz daha derine konur. Böylece akan suyun fazla kabarması sakıncası ve akışa engel olan şeyler bertaraf edilmiş olur. Boru menfezlerin içinde akacak suların hızları fazla olmamalıdır. Aksi halde suyun çıktığı ağzın oyulması ve hendek kenarlarının yıkılması, dolgu eteklerinin harap olması tehlikeleri

vardır. Boru menfezlerin giriş ağzında tabanın ve gerekirse şevlerin kaplanması genellikle yeterlidir. Suyun çıkış ağzında ise boru dolgu eteklerine göre bir miktar uzatılıp, suyun yatağı beton yada kargir itina ile kuvvetlendirilmelidir.

Boru menfezlerin türleri şunlardır:

- Seramik künk menfezleri
- Çimento boru menfezleri
- Font ve çelik boru menfezler
- Tuğladan yapılan boru menfezler

1.5.3.2. Büyük Menfezler ve Boyutlandırılması

Büyük menfezlerin bir kısmı, büzler gibi toprak yol gövdesi altında kullanılır. Üzerindeki dolduru toprak yüksekliğine göre değişik biçimlerde yapılır. Çünkü her tip menfezin toprak taşıma gücü farklıdır. Genellikle 10 m toprak dolduru yüksekliğine kadar demirsiz ya da çok az demirli betondan imal edilen menfezler kullanılır. Daha yüksek toprak dolduru altı geçişler için uygun demirli yani betonarme menfezlerden yararlanır. Eğer, su akımı ile önemli miktarda sürüklenme materyali geliyorsa ya menfeze bunları geçirecek kadar bir kesit verilir ya da bu sürüntü materyalinin meydana getirebileceği zararları önlemek için tedbirler alınır, yada tahkimat yapılır.

Menfezlere verilecek en büyük eğim, bunun içinden sürüklenerek geçecek materyalin birikmesine meydan vermeyecek biçimde belirlenir. Fazla miktardaki suların yol gövdesine zarar vermeden geçişlerini sağlamak için menfez tiplerini seçerken özellikle akım hızı, giriş derinliği, debi, eğim ve menfez boyu gibi hidrolik faktörleri göz önünde bulundurmak gerekir.

Fazla miktardaki suları yol gövdesi altından belirli kesitlerle geçiren menfez tipleri;

- Kutu Menfezler
- Tabliyeli Menfezler
- Plak Menfezler
- Kemer Menfezler

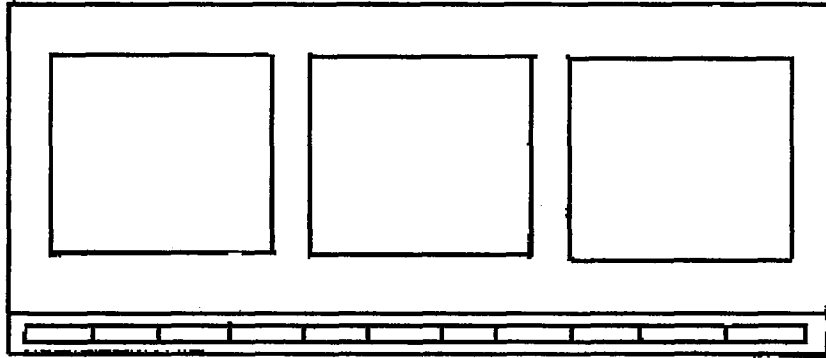
olmak üzere başlıca dört çeşittir. Bunlar belli boyutlarda standart hale getirilmiş biçimlerde inşa edilirler.

1.5.3.2.1. Kutu Menfezler ve Boyutlandırılması

İki uçları açık ve tamamen betonarme olan kutu gibi tesislerdir. Genellikle dolgu altında yapılırlar. Yapı olarak dikdörtgenler prizması yada kare prizma şeklindedirler. Tek, çift ve üç gözlü olarak yapılabilirler. Bazı hallerde de büzlü menfez şeklinde yapılmaktadır.

Menfez genişlikleri genellikle 1,0-1,5-2,0-2,5 ve 3,0 m. yükseklikleri de 0,6-1,0-1,5-2,0-2,5 ve 3,0 m dir. Bunlardan genişlikleri 1,0-1,5 m arasında olanlar en fazla 15,0 m genişlikleri 2,0-2,5 ve 3,0 m olanlar ise en fazla 9,0 m yükseklikteki dolgu altında kullanılabilir. Kutu menfezler orman yollarında çok kullanılır. Bu menfezler köprülerde olduğu gibi kenar ayaklar üzerine oturtulur. Kenar ayaklar yolun önemine ve malzeme teminine uyularak kuru, harçlıtaş ve beton olarak düzenlenir. Kapak kısımları ise demirli beton tabliye biçiminde yapılır.

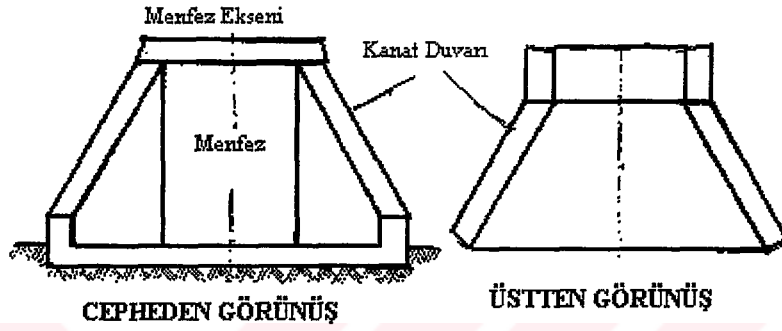
Kutu menfezlerin yapımında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Menfez yapılacak yerde, eğer arazi eğimi fazla ve değişiklik gösteriyorsa ve menfezin tek eğimli olması halinde fazla kazı yapılması ya da bazı kesimlerde menfezin dolduruya oturması gibi bir durum doğuyorsa, o zaman menfez tabanı araziye uydurulur ve menfez birkaç eğimli yapılabilir. Bu durumda eğimin değiştiği yerlerde dilatasyon derzleri koyulmalıdır. Menfez üzerine yapılacak dolduru, menfezin iki tarafından, aynı zamanda karşılıklı ve simetrik biçimde oluşturulmalıdır. Su akımı hızlı, taş ve sürüntü malzemeleri getiren derelerde kutu menfez tiplerinin uygulanmasından kaçınılması gerekmektedir [33].



Şekil 12. Akan suyun debisine göre biçimlendirilen üç gözlü bir kutu menfez kesiti

Akarsuların yol gövdesini kesmeden akışını sağlayan, tek gözlü ya da çok gözlü kutu menfez gibi açıklıkların, su girişi ağız kısmı iki yanına (memba tarafına) genellikle beton ya da betonarmeden yapılan üstü şevli kısa duvarlara kanat duvarı adı verilir (Şekil 13).

Bunlar memba yönünden gelen suların yayılmadan ve etrafa zarar vermeden, konik biçimde toplanarak kanal içine girmesini temin ederler. Menfez ayaklarını korurlar. Ayrıca zemin oyulmalarını önlemek için de kanat duvarların ara radyesi beton ile takviye edilir.



Şekil 13. Bir kutu menfez kanat duvarının üstten ve memba tarafı cepheden görünüşü

1.5.3.2.2. Tabliyeli Menfezler ve Boyutlandırılması

Köprülere benzeyen beton tabliyeli bu menfezlere orman yollarında 3-6 m ye kadar açıklık verilir. Bu menfezler dolgu altında yapılmazlar.

Tabliyeli menfezler alt yapı ve üst yapı olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşur. Alt yapı, biçim ve boyutları Karayolları tarafından hazırlanmış bulunan tablolar yardımıyla saptanan beton ya da kargir kenar ayaklardan, üst yapıda bu ayaklar üzerine iki uçtan basan betonarme bir tabliyeden oluşur.

Tabliyeli menfezlerde iki kenar ayak, ricat duvarı ve kenar ayaklar üzerine konmuş bir tabliye vardır. Tabliyeli menfezlere ait ölçüler Karayolları standart köprü tipleri cetvellerinden alınır.

Tabliyeli menfezlerin açıklıklarını ve yer seçimini aşağıdaki genel konular belirler;

- Yol güzergahı ve yolun geçilecek dere yatağı üzerindeki kırmızı hattı
- Akarsuyun debisi
- Taşıt sıklığı ve yol yapı hızı
- Dere yatağındaki su akım profili
- Yapı malzemesi

- Çevre planlama açısından estetik görünüş
- Yapım ve onarım giderleri

Orman yollarında tabliyeli menfezler orman yollarının en önemli elamanlarıdır. Ormancılıkta uygulanan tabliyeli menfez yapımında şu özellikleri gösteren yapı tarzı benimsenmektedir [14];

- Yapının kısa sürede tamamlanması
- Minimum yapım masrafı
- Dış etkenlerden etkilenmeyen bağımsız yapı
- Basit ve olanak ölçüsünde rizikosuz yapı

1.5.3.2.3. Plak Menfezler ve Boyutlandırılması

Orman yollarında plak menfezlere 50-60 cm. açıklıklarda kullanım yeri verilmektedir. Bu menfezlerde plak betonarme malzemeden yapılmış olup konulacak betonarme demiri önceden hesaplanmalıdır.

Küçük açıklıklarda (1.0 m'ye kadar) plaklar önceden topluca dökülerek ayaklar üzerine de konabildiği gibi, yapı yerinde kalıplar üzerine döküm yapılmak suretiyle yapımları da mümkün olabilmektedir. Taşıma yapılmaları halinde yapı yerinde (demirlerin yerlerine) çok dikkatli olmak gerekir.

Plak menfezlerde araçlar doğrudan plaklar üzerinde hareket etmektedir. Bu nedenle genelde dolgu altlarında kullanılmazlar.

1.5.3.2.4. Kemer Menfezler ve Boyutlandırılması

Kemer menfezler Karayolları standartlarına göre 0.70 m ile 10.0m arasındaki serbest açıklıklarda tek gözlü ve çok gözlü olarak yapılırlar.

Kemer menfezler 20.0 m yükseklikteki dolguların altına konulabilmektedir. İnşaatları tümü beton, kemer beton ayaklar kargir veya tümü kargir şeklinde olur. Taşıma gücü uygun olmayan zeminlerde yapılmazlar. Dere kesiti çıkartılıp yol platform genişliğine göre kemerin önce radye kısmı oturtularak yükseklik, açıklık ve uzunluğu kararlaştırılır.

Yol eksenine göre dik ve eğik vaziyetlerde yapılır. Kemer başı, radye ve ricat duvarı olmak üzere bir kemer menfez üç parçadan oluşur. Toprak dolduru yüksekliğine ve eğime göre değişmeyen standart boyutları, Karayolları standart menfez tipi tablolarından alınabilir. Orman yollarında fazla kullanılmamaktadır [7].

1.5.4. Kasisler ve Boyutlandırılması

Dağlık orman bölgelerinde yol ağlarının planlamasında dere geçişleri birinci derecede önemli noktaları teşkil eder. Derelerin geçilmesi bu nedenle teknik bilgi, organizasyon ve sorumluluk ister. Yeteri kadar açıklık içeren bir köprü büyük parasal gider gerektirir ve doğaya karşı sert bir girişimdir. Bazı hallerde trafik yoğunluğu çok düşük olan orman yollarında köprüler yol yapım giderlerine orantılı olarak ekonomik bir çözüm değildir. Bu nedenle arazide küçük yan dere yatakları kasisler ile geçilebilir.

Geniş yataklı, yüksek ve sürekli su bulundurmayan dereleri ve fazla taşıntı getiren taşkın akışları belirli bir yerden geçmek için, menfez ve büz yerine kasis denilen yapılar inşa edilir.

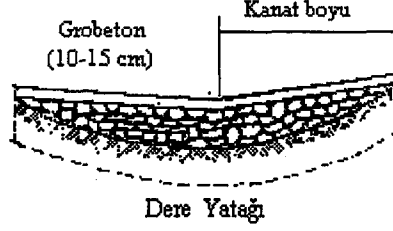
Kasisler, genellikle suyun geniş bir alanda serbestçe akıp gitmesine sağlamak ve böylece suyun derinliğini büyük ölçüde azaltarak araçların kolaylıkla üzerinden geçmesi için yapılır.

Kasislerin boyutlandırılmasında akarsuyun debisi ve kabarma miktarı, daha çok taşıntı materyali geldiğinden hidrolojik açıdan önemli değildir. Amaç küçük olan debiyi yol üzerinden akıtmaktır. Boyutlandırma tamamen yol planlama kriterlerine bağlı kalınarak yapılır. Bu nedenle böyle geçişlerde bir yan derenin kasislerle mi geçilecek olduğu kararı yol ağları hazırlanırken verilmelidir. Çünkü yol kasis ortasına göre her iki tarafa çıkış eğimi göstereceğinden güzergah etüdü sırasında yerinde bir ters eğim uygulamak gereklidir. Bir aksi eğim kasis öncesi en yüksek nokta ile kasis içinde en düşük nokta arasında belli bir yükseklik farkına neden olur. Kasislerin genişliği yol platformundan az ve kasise giriş çıkış eğimi %12' den fazla olmamalıdır. Kasislerde enine eğim(dere akış yönüne doğru) % 3-4 olmalıdır.

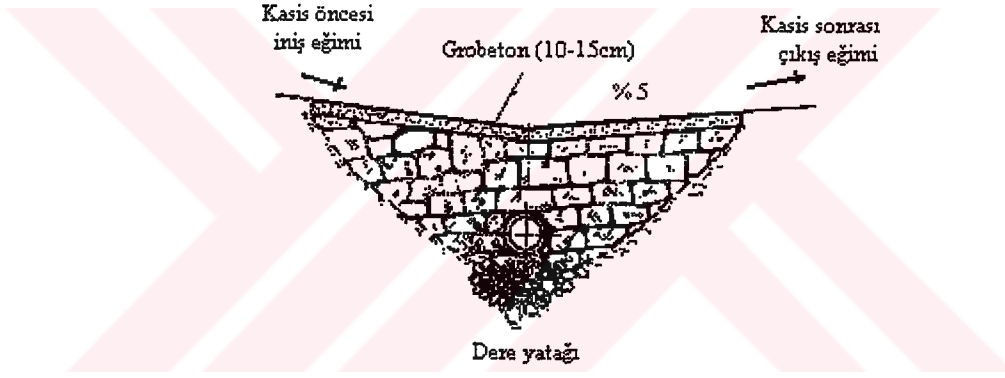
Dere eğiminin oldukça fazla olduğu yerlerde gelen taşıntı miktarı fazla, taşınan su miktarı az ise dere tabanı tahkim edilerek yol platformu büzsüz bir kasis için de uygun enine eğimle düzeltilebilir (Şekil 14).

Devamlı su akan taşkınlara maruz, köprü yapılması pahalı olan ve her zaman geçit verme imkanı olmayan derelerde ve dolayısıyla trafiği az olan yerlerdeki dere geçitlerine büzlü kasis yapılır (Şekil 15). Ancak A tipi yollar ile B tipi yollardan yaz, kış devamlı, hatta her gün trafiğe açık bulundurulması gerekli yollarda uygulanmaması gerekir. Ayrıca çok fazla materyal (dal ve kütük) gelen yerlerde de uygulanması sakıncalıdır.

Alt ve üst başlık duvarları harçlı kargir veya beton duvarlar şeklinde yapılır. Kuşaklarla birbirine bağlanır. Büzler dere yatağının durumuna göre bir veya birkaç göz olacak şekilde döşenir.



Şekil 14. Bir dere geçkisinde büzsüz kasis



Şekil 15. Bir dere geçkisinde büzlü kasis

1.5.5. Tahkimatlar

a) Mahmuzlar: Suyun köprü ve diğer sanat yapılarını oyma suretiyle zarar vermesini önlemek için derenin akış istikametini çevirecek şekilde yapılan harçlı kargir duvarlardır.

b) Anroşman: Anroşman, suların çarpma suretiyle köprü ve diğer sanat yapıları ile yollara zarar vermesini önlemek için bu gibi yerlerin iri taşlarla tahkim edilmesi amacıyla oluşturulan yapılardır.

c) Pere: Pere, suların dolgu ve kazı şevlerinde ve benzeri yüzeylerde erozyonu önlemek için bu yüzeylerin oldukça düzgün taşlarla örülerek örtülmesi amacıyla kuru ve harçlı olmak üzere oluşturulan tesislerdir. Taş kaplama (pere), kullanılan malzeme cinsine göre kuru pere ve harçlı pere olmak üzere iki biçimde yapılır [14].

d) Taş Dolgu: Suyun tahribatını önlemek amacıyla, tesislerin alt kısımları olan suyun düştüğü veya çarptığı yerler taşlarla doldurulmalıdır.

1.5.6. Drenaj Tesisleri

Orman yollarının başlıca düşmanı su'dur. İyi bir yol deyince, tabanından kaplamasına kadar bütünüyle kuru olan yol anlaşılır. Yollarımızın devamlılığını sağlamak ve bakım masraflarını azaltmak için "Drenaj" tesislerini yapmak zorunludur.

Yer altı sularının yola zarar vermeden akıtılmasına derin drenaj; çevrede akan suların, hendek, büz, menfez ve köprü gibi tesisler yardımıyla yol gövdesini bozmadan hemen akıtılmasına yüzeysel drenaj adı verilmektedir.

Suların bu zararlı etkilerini önlemek için gerek yüzeysel gerekse yer altı sularının en kısa yoldan ve süratle yol gövdesinden uzaklaştırılması gerekir.

Suların nereden geldiği ve nereye akıtılacağı belirlendikten sonra bu suların boşaltma noktasına veya noktalarına nasıl ulaştırılacağına tespiti gerekir. Bu ulaşım üç yoldan mümkün olabilir [34]:

1. Açık Sistem (yer üstü sistemi)
2. Kapalı Sistem (yer altı sistemi)
3. Açık ve kapalı sistemlerin kombinasyonu (karma sistem)

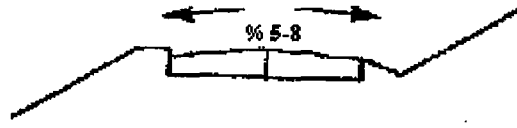
Açık sistemlerin tesisi ve bakımı daha az masraflı olduğundan genelde bu sistemler tercih edilir; fakat akış suyunun çok miktarda olduğu ya da arazi eğiminin çok düşük bulunduğu yerlerde kapalı sistemlere ihtiyaç olabilir. Buradaki düşük eğim toprak yüzeyinde yeterli bir drenajın sağlanmasını mümkün kılmayan eğimdir; bu nedenle bu gibi yerlerde yeraltında daha dik eğimli akım yüzeyleri oluşturulur.

1.5.6.1. Orman Yollarında Yüzeysel Suların Uzaklaştırılması

Çeşitli şekillerdeki yağışlar sebebiyle yol yüzeyine, yol şevlerine ve yolun yakın çevresine düşerek yüzeysel akışa geçen sular yüzeysel suları oluşturur. Yüzeysel suların uzaklaştırılması bunların yol yüzeyinden enine olarak toplanıp çevreden gelen sularla birlikte kenar hendekleri boyunca akıtılması ve büzler yardımıyla yolun diğer tarafına aktarılması şeklinde olur. Yüzeysel suların uzaklaştırılması için yol yüzüne tek veya iki taraflı enine eğim verilmesi, kenar hendekleri, kafa hendekleri ve yüksek banket söz konusu olur.

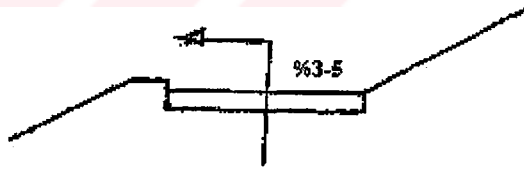
1.5.6.1.1. Enine Eğim

Orman yollarının yapım ve bakım çalışmalarında doğrudan doğruya yol yüzeyine düşen yağış sularının yol eksenini boyunca akarak zarar vermesini önlemek ve yoldan süratle uzaklaştırmak amacıyla genellikle yolun doğru kısımlarında eksenden iki tarafa doğru, kurplarda ise deverden (kurp içi enine eğim) dolayı kurp merkezinin bulunduğu tarafa doğru bir eğim verilir. Toprak yollarda eksenden iki tarafa çatı şeklinde eğim verilirken, stabilize yollarda bu bir parabol şeklinde yapılır ve eğim değeri genellikle % 4-6 olmakla birlikte orman yollarında bu değer % 8'e kadar yükseltilebilir [8].



Şekil 16. Yol yüzeyine iki taraflı enine eğim verilmesi

Orman yollarında yol yüzeyine eğim tek taraflı olarak dere veya yamaç tarafına doğru verilebilir. Yol boyunca tek taraflı olarak yamaç tarafına verilen eğim dik ve erozyona müsait arazi için iyi sonuç verir.



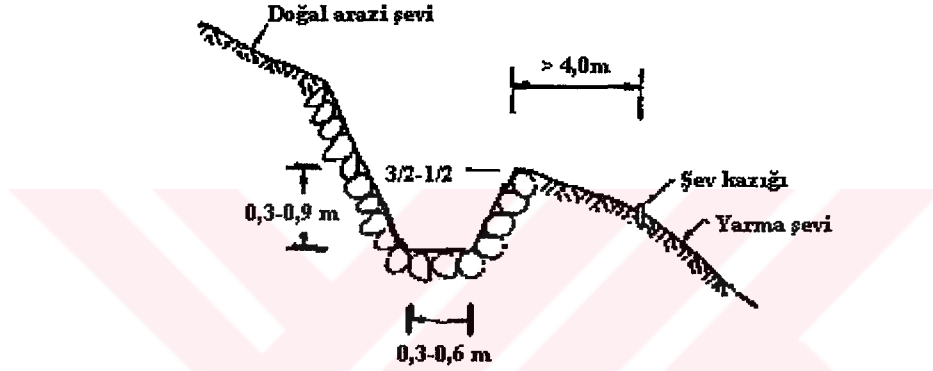
Şekil 17. Yol yüzeyine tek taraflı enine eğim verilmesi

1.5.6.1.2. Kenar Hendekleri

Yol yüzeyine verilen enine eğimlerden dolayı yol yüzeyinden gelen sularla kazı şevlerinden gelen yüzeysel sular kazı sevi ile banket arasında yer alan ve yol boyunca devam eden kenar hendekler yardımıyla toplanır ve büzlerle yolun diğer tarafına akıtılırlar. Orman yollarında kazılarda genellikle makineli bakım için daha elverişli ve trafik için daha emniyetli olan üçgen kesitli kenar hendekleri yapılmaktadır.

1.5.6.1.3. Kafa Hendekleri (Derivasyon Hendekleri)

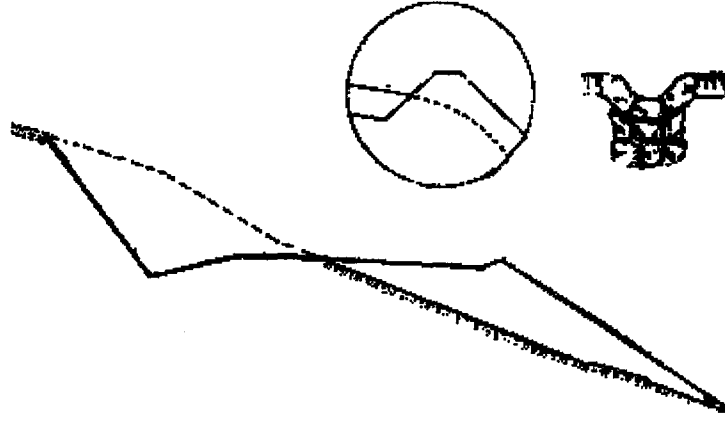
Özellikle erozyona müsait arazide, yamaçlardan gelen yağmur ve sızıntı sularının kazı şevlerini bozup kenar hendeğini ve yol yüzeyinin taşıntı malzemesi ile doldurmasını önlemek, kısmen heyelanlara engel olmak amacıyla kazı şevi kazığının en az 4-10 m ilerisinde ve kazı şevi üst çizgisine paralel olarak inşa edilmektedirler (Şekil 18). Bu hendekler, kazı şevlerinin heyelanını kolaylaştıran suları toplayıp uzaklaştırması bakımından yararlı tesislerdir. Bu hendeklerin boyutlarının bölgedeki yağış şiddeti ile arazinin topoğrafik yapısı ve bitki örtüsü durumuna göre seçilmesi uygun olmaktadır.



Şekil 18. Kafa hendeği tipi

1.5.6.1.4. Dolgu Şevlerinin Drenajı (Yüksek Banket)

Özellikle kurplarda deverlerden dolayı dolgu şevi üzerine akan su miktarının bu şevlerde erozyona sebep olacak miktarda olması halinde dolgu tarafındaki banket 20 cm yükseklikte ve banket kenarından dışa doğru bir set oluşturacak şekilde yükseltilir. Böylece yol yüzeyinden gelen sular bu setler boyunca toplanarak şartlara göre 50-100 m aralıklarla dolgu şevi üzerinden akıtılarak uzaklaştırılır.



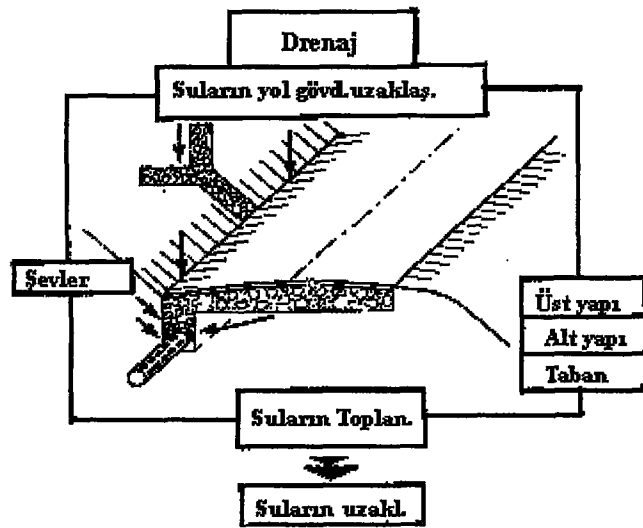
Şekil 19. Orman yolları için yüksek banket uygulaması

1.5.6.2. Orman Yollarında Yeraltı Sularının Drenajı

Orman yollarında yer altı sularının drenajı ile ilgili olarak alınacak tedbirler;

- Yüksek olan ve yola zarar veren taban suyu seviyesinin düşürülmesi;
- Arazinin jeolojik yapısı sonucu olarak kazı şevi tarafından yol gövdesine doğru

hareket halindeki yer altı suların yola zarar vermeden yolunun kesilerek uzaklaştırılması ve kazı şevlerinde genişçe alanlardaki sızıntı sularının toplanarak zararsız duruma getirilmesi şeklinde sıralanabilir.



Şekil 20. Orman yollarında yeraltı sularının drenajı

1.5.6.3. Taban Suyu Seviyesinin Düşürülmesi

Orman yollarında taban sularının drene edilmesinin amacı yol platformunun altında bulunan suyun yola zarar vermeyecek şekilde toplanarak yol gövdesi dışına akıtılmasıdır. Bu sular taban suyu olabildiği gibi, kapilarite ile yükselen su da olabilir. Taban suyunun uzaklaştırılması uygun drenaj tesisleri ile kolaylıkla mümkün olmakla birlikte kapilar suyun tamamen uzaklaştırılması büyük güçlükler gösterir.

Ancak alınacak tedbirler ile taban suyu seviyesi düşürülmek sureti ile kapilar suyun zararlı etkileri de bir ölçüde azaltılabilir. Taban suları ile ilgili olarak alınacak drenaj tedbirlerinin etkili olabilmesi için drene edilecek suyun özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Bu amaçla taban suyunun konumu, boyutları, hızı, debisi ve benzeri gibi bütün özelliklerinin belirlenmesi amacıyla sondajlar yapılarak ve kuyular açılarak zeminin jeolojik yapısı gibi hususlar etüt edilir.

a) Kör Drenler: Taban suyu seviyesinin az miktarda indirilmesinin yeterli olabileceği yerlerde taş dolgulu kör drenlerin kullanılması yeterli olmaktadır. Bu tip drenlere Fransız tipi dren de denilmektedir.

Kör drenlerin yapımında 20-25 cm'lik iri taşlar dikine olarak hendek tabanına elle sıralanır. Bu taşların üzerine 20-40 cm derinlikte ve 2-8 cm boyutundaki kırma taş ile çakıldan oluşan granüle malzeme iriliği aşağıdan yukarıya doğru azalmak üzere doldurulur. Bu tabakanın üzerine de yüzeysel suların drenaj sistemine sızarak tıkanmalara sebep olmaması için 15-20 cm kalınlıkta kil vb. gibi su geçirimsiz bir malzeme eklenmektedir. Bu tip drenler zamanla tıkanarak işe yaramaz duruma gelmektedirler. Bu nedenle bunların yerine çeşitli tiplerde 15, 20 ve 30 cm çapında borulardan faydalanılan borulu drenler kullanılmaktadır.

b) Borulu Drenler: En çok kullanılan sistem olan bu drenlerde delikli ve deliksiz metal ya da beton borularla delikli Polivinil Klorid (PVC) borular kullanılmaktadır. Kullanılacak dren borusunun seçiminde sağlamlık, hizmet ömrü, kapasite ve temin kolaylığı gibi faktörler etkili olmaktadır. Bunun yanında, bulunduğu zeminin özelliği ve gelen su miktarına göre yeterli kapasiteyi gösterebilmelidir. Yol gövdesindeki suyun drene edilmesi söz konusu ise boru banket altına, buna karşılık kazı şevinden yol gövdesine doğru gelen bir yer altı suyunun kesilip drene edilmesi söz konusu ise borunun kenar hendeği altına gelecek şekilde koyulması uygun olmaktadır.

c) Karşılama Drenleri: Orman yollarında jeolojik tabakalaşma sonucu kazı şevlerinden eğimli ve geçirimsiz bir tabaka boyunca yol gövdesine doğru yeraltı sularının drene edilmesi amacıyla yapılan drenaj tesislerine karşılama dreni adı verilir.

d) Kemer Taş Drenler: Kazı şevlerinde sızıntı suların neden olduğu erozyona ve ufak yüzeysel kaymalara engel olmak amacıyla yapılan tesislerdir. Kemer taş drenler 50-100 cm boyutlarında açılan hendeklere 15-20 cm boyutlarındaki taşların sıkıştırılması suretiyle tesis edilmektedir. Kemer şeklinde yapılmalarının nedeni kazı şevlerinde erozyona ve dolayısıyla kaymalara bir ölçüde engel olabilmektir.

e) Kılçık Drenler: Özellikle kazı şevlerinde yol gövdesinin oturduğu taban zemini sürekli olarak yer altı sularının etkisi altında kalabilmektedir. Bu gibi alanlarda yol gövdesinin altına, yol eksenine ile belirli bir açı yapan enine drenler tesis edilebilmektedir. Kılçık dren adı verilen bu drenler yol kenarlarına koyulan boyuna drenlere bağlanmaktadır.

1.5.7. Köprüler ve Boyutlandırılması

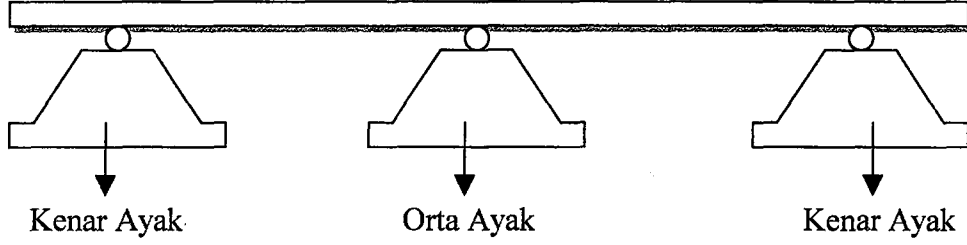
Akarsu, diğer bir yol ve benzeri engelleri aşmak üzere inşa edilen, baş ve son dayanak noktaları arasındaki açıklığı köprü eksenine boyunca (Orman Genel Müdürlüğüne göre 6m'den) büyük olan yapılara köprü denir.

Orman yollarının küçük yataklarını kat ettiği yerlerde genellikle yuvarlak kesitli hazır büzler, sepet kulplu yerinde dökme büzler, beton ahşap ve taş tabliyelili küçük menfezler yeterli olmaktadır. Ancak kesitlerinin büyümesi ve debilerin yükselmesi ile akarsuların geçilmesinde büzlerde olduğu gibi bazen iki veya daha fazla sayıdaki küçük menfezin yana inşası da yeterli veya ekonomik olmamaktadır. Orman yollarında inşa edilen hidrolik sanat yapılarından dayanak açıklığı 6.00 m'ye kadar olanlar menfez, büyük olanlar ise köprü olarak adlandırılırlar.

Hangi malzemedden yapılırsa yapılsın bir köprü, başlıca alt ve üst olmak üzere iki önemli kısımdan oluşur.

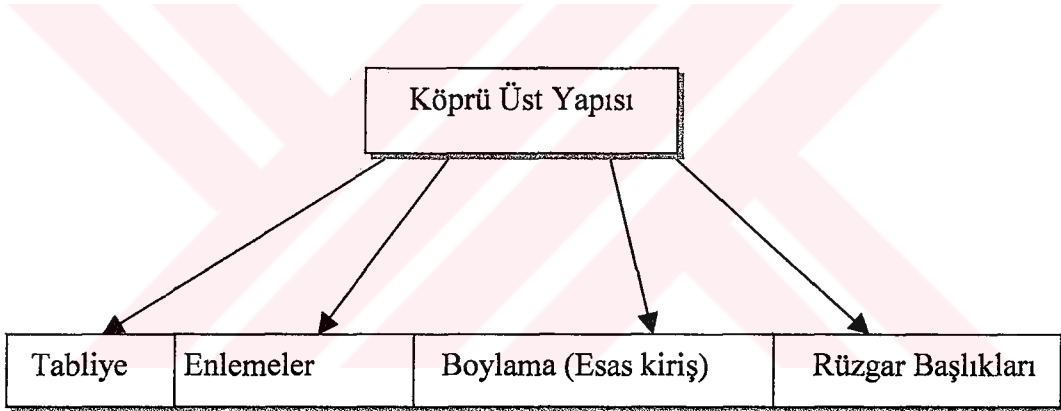
Köprü altyapısı; köprünün zemine basmasını sağlayan ayak gövdesi ile bunun oturduğu ayak temeli, mesnet bandı ve ricat duvarlarından oluşur. Kara tarafında bulunan iki ayağa kenar ayak denir. Çok açıklıklı köprülerde kenar ayaklar arasındaki ara dayanaklara orta ayak adı verilir. Mesnet bandı, tabliyeyi ve üzerinden geçen yükü taşıyan

kısımdır. Ricat duvarı ise ayakların geriye doğru uzantılarıdır. Ayakların yüke olan mukavementlerini ve dolgu toprağını tutmasını temin eder.



Şekil 21. Köprü alt yapısı

Köprü üst yapısı ise; kenar ve orta ayak üzerine oturan, üzerinden geçilmesini sağlayan kısımdır.



Şekil 22. Köprü üst yapısı

Tabliye: İki taraftan köprü ayaklarına dayanak olarak yaslanan ya da kirişler üzerine oturtulan döşeme biçimindeki taşıyıcı plaklardır. Yolu taşıyan kısımdır.

Enlemeler: Bir köprüde en az üç enleme vardır. İki mesnet enlemesi ve biri ara enlemedir. Enlemenin görevi, tabliye yükünün boylama kirişlerine eşit olarak dağıtımını sağlamaktadır.

Boylama (Esas kiriş): Köprü üzerinden geçen ağırlıkların meydana getirdiği yüklenmeleri karşılayan ve bu yüklenmeleri kenar ya da orta ayaklar yardımıyla zemine iten taşıyıcı elemanlardır.

Rüzgar Bağlantıları: Rüzgar tesirini boylamalara vermek üzere tespit edilir. Genellikle çelik köprülerde kullanılır. Uygulanma amacı tabliyenin stabilitesinin sağlanmasına yardımcı olmaktır. Kenar kirişleri arasına çaprazlama olarak konulur.

Köprü yerinin belirlenmesi önemli bir konu olduğundan güzergah tayini sırasında arazinin iyice etüt edilmesi gerekir. Bu inceleme sırasında köprünün yapılacağı yer, kesin bir biçimde belirlenir.

Orman yolu köprülerinde yer seçimi için şu genel esaslar göz önünde bulundurulmalıdır.

- Köprü altından geçen suların akış yatağı mümkün olduğu kadar değiştirilmemelidir. Çünkü akış rejiminde yapılacak değişikliklerin meydana getireceği olumsuzlukları önceden kestirmek çok güç ve zordur. Bu nedenle suyun akış seyrine dokunmamak lazımdır.

- Köprü ayaklarının oturtulacağı zemin iyice incelenerek yapım için en uygun yer belirlenmelidir.

- İnşaat giderlerinin mümkün olduğu kadar minimum seviyede tutulmasına dikkat edilmelidir.

- Yol güzergahı, öne çıkan dere ya da öteki engellerin eksenleri ile yaptığı açı 90° ye yakın ise köprü yapımı dik biçimde inşa olunur. Yanlış aşılacak engelin kuru yada sulu bir dere olması halinde, gereken küçük derivasyonlar (sapmalar) köprünün mansap tarafına yapılır ve memba yönündeki açıklığın ortası, talveg (yatak) eksenine getirilir.

- Yol güzergahı, öne çıkan dere ya da diğer engellerin eksenleri ile yaptığı açı 90° 'den çok farklı ise köprü yapımını eğik biçimde inşa etmek gerekir. Gerek teknolojik ve gerekse statik bakımdan hiçbir fark ve sakıncası yoktur.

- Orman yollarında köprünün bir kurp içinde olmaması gerekir. Eğer köprünün mutlaka bir kurp içinde yapılması gerekiyorsa, kurplar köprüye giriş ve çıkışta düzenlenmeli, bu durumda köprü dik biçimde planlanmalıdır.

Köprüye verilecek yükseklik önemlidir. Bu nedenle yüksek su seviyesi ile köprü tabliyesi ya da kirişleri arasındaki mesafeyi (50 cm) çok iyi hesaplamak gerekir. Sel sularının sürükleyebileceği kuvvetteki ağaç, tomruk ve sürüntü materyalinin geçmesine uygun bu mesafeyi en az diğer hallerde 1.0 m olacak şekilde belirlemek gerekir. Köprü eğer bir yaya yolunu aşıyorsa alt kısmında kalması lazım gelen serbest yükseklik 2.50 m, bir kır yolunu geçiyorsa verilmesi gereken serbest yükseklik 3.0-3.5 m'dir. Başka bir yolu kesiyorsa, burada köprüye verilecek serbest yükseklik en az 4.0 m olur.

Köprülerin inşaatı ile ilgili genel esaslar aşağıda belirtilen şekilde özetlenebilir;

- Yeterli dayanak açıklığı ve yükseklikte olmak üzere bir mecrayı geçerken söz konusu olacak araç yüklerine mukavemet edebilmelidir

- Mümkün olabilecek asgari yapım masrafları ile yapımları gerçekleştirilmelidir.
- Kenar ayakları, yüksek temel inşa masrafı gerektirecek, taşıma gücü zayıf bir zeminde değil, sağlam zeminde yer almalıdır.
- Köprü boyutları arttıkça inşaat masrafları da yükseldiği için imkan ölçüsünde kenar ayakları birbirine yakın ve yüksekliği az olmalı bunun için de mecraların daraldığı yerler tercih edilmelidir.
- Serbest açıklığı muhtemel maksimum debiyi sevk edebilecek ve aynı zamanda ekonomik bir çözüm sağlayacak Şekilde belirlenmelidir.
- Orman yollarında köprüler akar suyun akış yönüne dik ve dolayısıyla kenar ayaklar da paralel olmalıdır. Yol eksenine dik olmayan verev köprülerin inşa masrafları yüksektir, zira bunların hem kenar ayakları hem de taşıyıcı elemanları daha uzundur.
- Kurplarda köprü yapımından imkan ölçüsünde kaçınılmalıdır.
- Orman yolu üzerindeki köprülerde eğim % 5' i geçmemelidir.
- Köprü tabliyesinin alt kolu ile yüksek su seviyesi arasındaki hava payı kök ve kttk getiren akarsularda Tablo 12'deki gibi olmalıdır.

Tablo 12. Hava payı mesafeleri [9].

Açıklık (m)	Hava payı (cm)
4	1,10
5	1,20
6	1,30
7	1,40
8	1,50

Köprülerin sınıflandırması ile ilgili olarak orman yollarında uygulanacak köprülerin Şu zellikleri taşıması gerekir [14];

- Betonarme yapı
- Basit ve tek açıklıklı yapı
- Akarsu yatağına dik güzergah
- Statik hesaplamaları kolay plak taşıyıcı eleman
- Devamlılık

1.5.8. Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması

Yolun kesiştiği dereeden akan su, yolun üstünden geçen trafiğe benzetilebilir. Trafığın cins ve miktarlarına göre yola şekil verdiğimiz gibi sanat yapılarının tip ve boyutlarını tespit edebilmek için taşkın sularının özelliklerini (debilerini, akış özelliklerini) bilmeye de gerek vardır. Taşkınların hesabı ise şu metodlarla yapılır;

- En büyük taşkınları veren formüller,
- Taşkınların büyüklüğü ile tekerrür frekansları arasındaki ilişkiyi veren formüller,
- İstatistik metodlar,
- Yağıştan akışa geçmeyi sağlayan metodlar,

Yukarıda sıraladığımız metodların iyi sonuç verebilmesi için geniş çapta yağış (hidroloji) bilgisine ihtiyaç vardır. Ülkemizde ise hidroloji alandaki çalışmalar ve bilgiler henüz yeterli değildir. İstatistik metodlarının bazı üstünlükleri varsa da, hidrolik sanat yapılarının inşa edildikleri havzalarda minimum 30 yıllık bir süreyi içeren akım rasatlarının yapılmasına gerek vardır. Türkiye’de küçük yağış havzalarında akım rasatları henüz yapılmamıştır [29].

Orman yolları yer aldıkları bölge, uygulanan eğim değerleri, geometrik standartları vb. özellikleri bakımından karayollarından farklılıklar göstermektedir. Özellikle dağlık mıntikalarda yer alan ve yüksek su seviyesinin hemen üzerinde olmak üzere vadi tabanını takip eden bir orman yolu güzergahı, arazinin durumuna bağlı olarak oldukça fazla sayıda dere geçişlerini gerekli kılmaktadır. Orman yollarının kestiği derelerdeki debiyi hesaplamak ve olası taşkınların özelliklerini belirlemek, uygulanacak hidrolik sanat yapısı türünün ve boyutlarının ortaya konulması için gereklidir.

Bir derenin debisinin hesaplanması için çeşitli yöntemler bulunmakta ve bu yöntemlerin tümü hidrolik sanat yapısının tesis edileceği bölgeye ait uzun yıllar yapılmış ölçümlere dayanan yağış ve taşkın istatistiklerine dayanmaktadır.

Hidrolik sanat yapıları, genellikle 10 yılda bir meydana gelmesi olası taşkınlar göz önünde bulundurularak projelendirilmektedir. Büyük havzalardan gelebilecek akımlar için bu süre 50 yada 100 yıl olarak alınmaktadır. Söz konusu bu tekerrür aralığın seçimi, yapılan tesisin ekonomik ömrü ile ilgilidir [23].

Karayollarının güzergahlarındaki derelerin debilerinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntem Rasyonel Yöntem ve Manning Formülü’dür.[32].

Deredeki maksimum debiyi karşılayabilecek su akıtıcı sanat yapısının seçimi ile, uygun ve ekonomik boyutunun belirlenmesinde, öncelikle bu sanat yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Su akıtıcı sanat yapılarının kesitlerinin belirlenmesinde ilk yaklaşım olarak “Talbot formülü” kullanılmaktadır. Bu formül ileride yöntem kısmında anlatılacaktır.

1.5.9. Sanat Yapılarının Bakım ve Onarımı

1.5.9.1. İstinat Duvarlarının Bakım ve Onarımı

İstinat duvarları içinde ve yöresinde alınacak drenaj önlemlerinin yeterli olması, duvarın ömrü açısından çok önemlidir. Yapım bittikten sonra duvarların çatlaklarından ve derzlerinden suyun sızması drenajın yetersizliğini ve iyi çalışmadığını gösterir. Bu durumda hızla gerekli önlemleri alarak duvarın dağılması önlenmelidir. Bu önlemler arasında;

- Sızıntıları önlemek için duvarın tüm arkasını çimento harcı ile sıvamak,
- Duvarda suyun akıtılmasını sağlamak üzere delikler açmak gerekir.

Duvar dibindeki drenlerin iyi çalışıp çalışmadığı, duvar dışına suyun çıkışını sağlayan büzlerin kırılıp kırılmadığı periyodik olarak incelenmeli ve gerekirse yeniden onarılmalıdır. Özellikle dere yataklarında yolun dolgu eteklerini suyun oyucu etkisinden korumak için yapılmış istinat duvarlarının, suyun duvar uçlarını yemeyeceği biçimde ve yeterli uzunlukta yapılmasına ve mansap uçlarının su etkisi almayan doğal zemine veya dolguya bağlanmış olmasına özen gösterilmelidir.

Aksi halde, dolgunun su ile oyulması sonucu duvar arkasında ve altında meydana gelen boşluklar duvarın seller tarafından götürülmesine neden olur. Taşkınlardan sonra bu tip dere boyu istinat duvarlarının arka ve taban kısımlarında oyulma olup olmadığını özenle incelemeli ve varsa hemen onarılmalıdır.

1.5.9.2. Büzlerin Bakım ve Onarımı

Şiddetli yağmurlardan hemen sonra gözden geçirilmelidir. Suların getirdiği çalı, dal, kütük vb. materyal temizlenerek memba ve mansap tarafındaki büz ağızlarının tıkanması önlenmelidir. Ek yerleri ile baş duvarlar gözden geçirilmeli ve gerekli onarımlar yapılmalıdır. Büzler normal koşullarda yılda en az iki defa kontrol edilmelidir.

1.5.9.3. Menfezlerin Bakım ve Onarımı

Büzler gibi menfezler de kontrol yapılmalı memba ve mansap tarafındaki oyulmalar önlenmelidir. Baş duvarlarla kanat duvarlarında oluşan çatlaklıklar onarılmalıdır. Memba tarafındaki taşkınların getirip bıraktığı iri taşlar, ağaç kütük ve kökler temizlenmelidir. Tabanda oyulma meydana geliyorsa, uygun şekilde kaplanmalıdır.

1.5.9.4. Drenaj Hendeklerinin Bakım ve Onarımı

Drenaj sistemlerinin temelini oluşturan dren hendekleri, tıkanır ve iş göremez hale gelirse onları açarak içindeki dren edici malzemeyi değiştirmek gereklidir. Hendeklerde görülen tıkanmanın kısa bir sürede oluşmasının nedenleri;

- Üstte hendeği ve drenajı kapayan koruyucu geçirimsiz tabakanın zamanında yapılmamış olması veya yeterli kalınlıkta olması,
- Hendekteki drenaj malzemesi granülometresinin drene ettiği zemini granülometresine göre istenilen koşullara uymamasıdır.
- Periyodik bakımda önce drenajın bozulma nedenini saptamalı ve ona göre gereken önlem alınmalıdır.

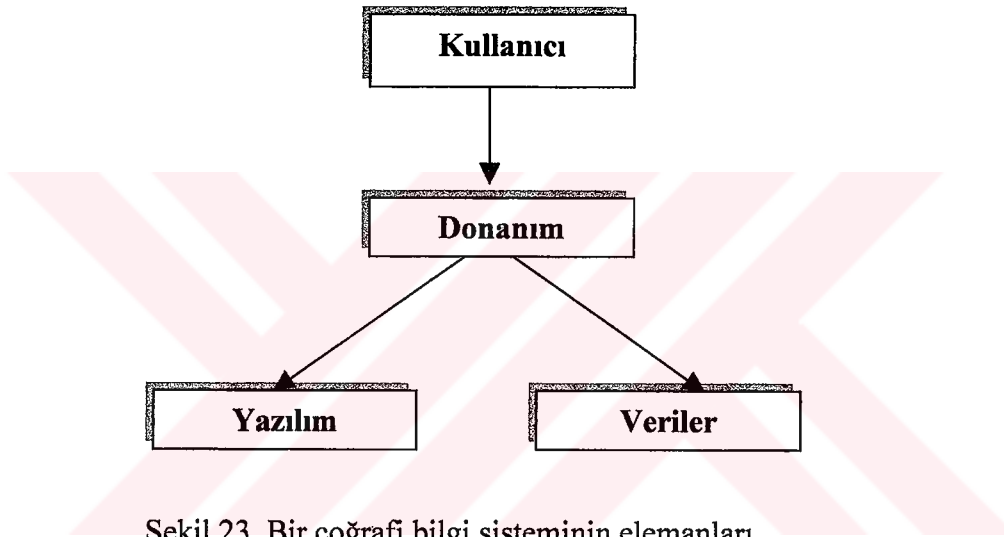
1.5.9.5. Köprülerin Bakım ve Onarımı

- Dere yatağında taşkınlarla gelen kum, çakıl, büyük taş, dal, kütük vb. zamanında temizlenmelidir.
- Yol yüzeyinden gelen suların köprü başları ve yaklaşım dolgusu şevlerinde oluşturduğu oyulma ve yıkanmalar giderilmelidir.
- Ahşap köprülerde döşeme, iz ve kenar eşiklerden gerekenler yenilenmelidir.
- Köprü yaklaşım dolgularında taşkınların götürdüğü kısımlar yeniden yapılmalıdır.
- Betonarme köprülerin tabliyelerine düşen yağmur sularının uzaklaştırılmasını sağlayan tabliye kenarındaki delikler temizlenip sürekli açık tutulmalıdır.
- Köprü kenar ayaklarının diplerinde oyulma olması durumunda bu ayakların temelleri uygun bir yöntemle takviye edilmelidir.
- Mevcut anroşman, pere, mahmuz vb. tahkimatın getirdiği bakım ve tamirler yapılmalıdır.

1.6. Coğrafi Bilgi Sistemleri

1.6.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tanımları

“Coğrafi bilgi sistemi donanım, yazılım, veriler ve kullanımlardan oluşan bilgisayar destekli bir sistemdir. Onunla mekansal veriler (coğrafi veriler) sayısal olarak kaydedilebilir, düzenlenebilir, depolanabilir, yeniden organize edilebilir, modellenebilir, analiz edilebilir, alfanümerik ve grafik olarak gösterilebilir [35]. Coğrafi bilgi sisteminin genel yapısı ve elemanları Şekil 23’de gösterilmektedir.



Şekil 23. Bir coğrafi bilgi sisteminin elemanları

CBS için yapılan bazı tanımlar şunlardır;

“CBS, özel amaçlar için dünyadan elde edilen gerçek konumsal verileri toplayarak, depolayarak, gelecekte yeniden işleyerek sunmakla ve verileri bilgilere dönüştürmek için etkili bir araçlar kümesidir” [36].

“CBS, konumsal veya coğrafik koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı dizayn eden bir bilgi sistemidir”[37].

“CBS, genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir şeklidir” [38].

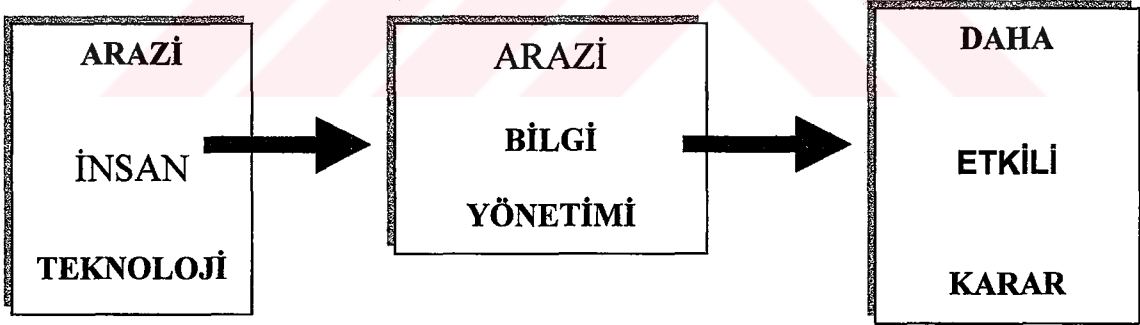
“CBS, yeryüzünün belirli bir bölümünü tarif eden bilgilerin toplanması, yönetimi, bağlanması ve birden fazla konunun değerlendirilmesini olanaklı hale getiren bilgisayar destekli bir sistemdir” [39].

“CBS, verilerin toplanması, sistematik bir şekilde düzenlenmesi ve onun mekan-zaman görüntüsü üzerinde yeni bilgilerin alımını gerçekleştirmeye elverişli interaktif bir sistemdir” [40].

CBS’ yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmak ve tanımlamak için 4 temel yaklaşım olduğu ileri sürülmektedir [41];

- İşleme yada fonksiyona yönelim
- Uygulama (aplikasyon)
- Toolbox (teknoloji)
- Veri tabanı

İşleme yönelim yaklaşımında, önemli olan, CBS’nin veri elde etme ve işleme yeteneğidir. Uygulama yaklaşımı, bilgi sistemlerini, problemi oluşturan-araştırma yapılan konulara göre sınıflandırmaktır. Toolbox yaklaşımı CBS’nin jenerik (geleneksel) yüzüdür. Veri tabanı yaklaşımı, muhtemelen, CBS üzerinde veri tabanı teorisi ve pratiğinin etkisinin çok olmasından dolayı en çok kullanılan ve bilinendir. Bütün bu dört yaklaşıma ek olarak, bir çok yazar CBS’nin bir karar-destek sistemi olduğuna işaret etmektedir [41]. Genel anlamda CBS, çevremizdeki fenomenlere yönelik vereceğimiz kararlarda doğruluğu artırır (Şekil 24).



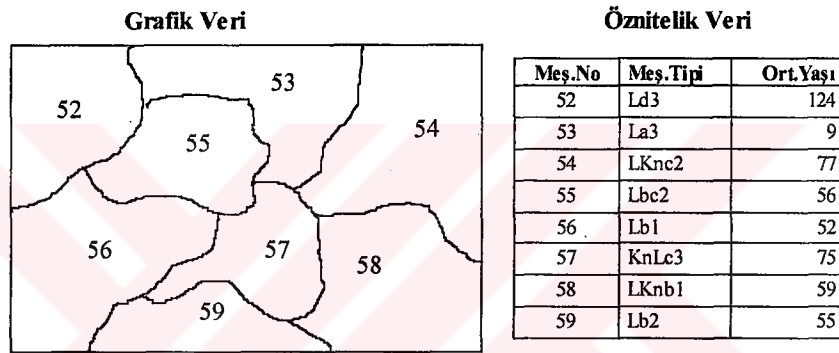
Şekil 24. Arazi bilgi yönetimi döngüsü

CBS teknolojisi, günümüzde, ziraat faaliyetlerinde, kentsel ve kırsal alanların planlamasında, ormancılıkta, yaban hayatının korunmasında, arkeolojide, jeolojide, yerel idarelerin kentsel aktivitelerinde, ekolojik ve atmosferik olayların incelenmesinde, kadastral hizmetlerin yerine getirilmesinde ve sayamayacağımız kadar bir çok iş kolunda kullanılmaktadır.

1.6.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler

Coğrafi bilgiyi temsil etmek üzere kullanılan iki tür coğrafi veri vardır. Bunlar grafik(konum) ve grafik olmayan (öznitelik) verilerdir. Grafik veriler, bir coğrafi varlığın belli bir koordinat sistemine göre konumunu ve biçimini ifade ederler.

Coğrafi varlığın biçimini ifade eden grafik veriler; nokta, çizgi ve alan türündeki coğrafi varlıkları temsil eden nokta, çizgi ve alan sembolleri olabilirken, konumu ifade eden grafik veriler ise, coğrafi varlığa ilişkin koordinat değerleridir. Coğrafi varlıklara ait grafik olmayan veriler ise bu varlıkların konuma bağlı olmayan özelliklerini ifade eden öznitelik bilgileridir (Şekil 25).



Şekil 25. Coğrafi veri tipleri

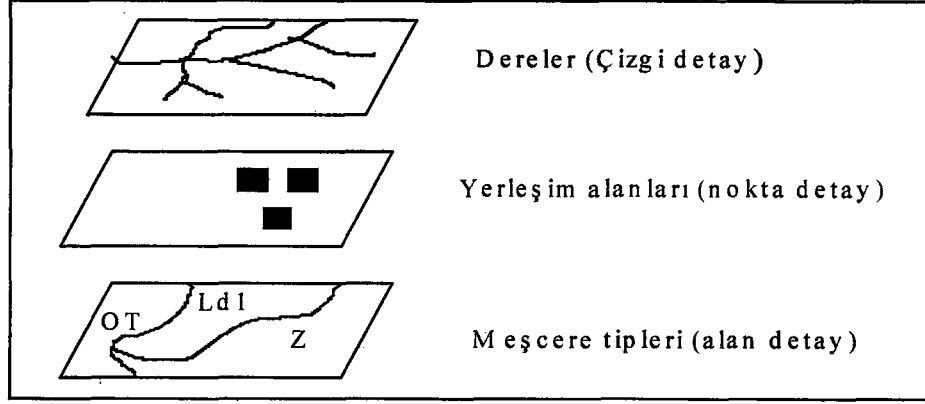
Coğrafi bilgi sistemlerinde detaylar için toplanacak veriler 3 grupta toplanabilir.

Bunlar:

a) Grafik Veri

Coğrafi varlığın belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerleridir. Bu veri tipi grafik veri olarak da adlandırılmaktadır. Konumsal veri tipi 4 şekilde tanımlanabilir:

- Nokta şeklinde (0 boyutlu veya noktasal objeler): Bunlar harita üzerindeki şehir merkezleri, bina gibi objeler olabilir.
- Çizgi şeklinde (1 boyutlu veya çizgisel objeler): Haritalarda yer alan nehirler, yollar, sınırlar bu veri tipine girer.
- Poligon şeklinde (2 boyutlu veya alansal): Orman alanları, tarım alanları, parsel gibi.
- Hacimsel (3 boyutlu) detaylar: Bu tür detaylar da topoğrafya yüzeyi veya maden rezervi gibi detaylar olabilir.



Şekil 26. Grafik verileri

b) Öznitelik Verileri

Konuma bağlı olmayan, topolojik olmayan, doğrudan detaya bağlı ve detayı tanıtıcı verilerdir. Bu tür veriler, konumsal ve topolojik verilerden türetilbilir olmamalıdır. Bu veri tipini de yapı olarak ikiye ayırmak mümkündür.

- Karakter veri: Arsin, Ld1, a, +, =, ... vb.
- Rakamsal veri: 1, 2, 3, 12, 155 ... vb.

c) Topolojik Veriler

Detaylar arasındaki ölçülebilir olmayan uzaysal ilişkileri belirler. Çakışıklık, içerme, bağlantı, ... vb. topolojik ilişkileri ifade eder.

Buraya kadar açıklananlara ek olarak, tamamen farklı bir veri tipi de dinamik veridir. Bu tip veriler, zamanla değişen verilerdir. Örnek olarak, bir meşceredeki ağaç sayısı, meşcerenin serveti ve artımı verilebilir [42].

1.6.3. Coğrafi Bilgi Sistemi Temel Fonksiyonları

Bir coğrafi bilgi sisteminde yer alan temel fonksiyonların neler olduğu araştırmacılara göre değişmekle birlikte ortak yanları çoğunluktadır. Bunlara kısaca değinmek gerekirse;

Bir coğrafi bilgi sisteminde yer alan temel fonksiyonlar “coğrafi bilgi toplama, depolama, işleme, analiz ve sunma”dır. Bu fonksiyonlardan ilk üçü (veri toplama, depolama ve işleme) coğrafi veri tabanlarının kurulmasına yönelik iken; analiz fonksiyonu oluşturulan veri tabanının amaca ve uygulama alanına göre kullanılmasını ve dolayısıyla

kullanıcıların coğrafi bilgi sistemlerinden beklentilerinin karşılanmasını hedefler. Analiz sonrası elde edilen sonuçlar sunuş fonksiyonları ile kullanıcılara ulaştırılır [43].

1.6.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Avantajları

CBS teknolojisi en basit düzeyde, kartografik üretkenliği ve kaliteyi artırmakta, haritaları mekansal veriler ile ilişkilendirmektedir [48].

CBS, yeni jeodezik ve fotogrametrik ölçme sonuçlarının sisteme entegrasyonunu hızlaolanaklı kılarak ekonomik açıdan klasik yöntemlerle karşılaştıramayacak bir üstünlük sunar.

Sayısal olarak belirlenen verilerin CBS'ne ve bilgisayar destekli haritalarının üretimi ve revizyonu açısından ise klasik yöntemler ile karşılaştıramayacak hız, doğruluk ve çeşitlilik yeteneği gibi sayısız avantajlar elde edilir.

Ancak hepsinden önemlisi, bu teknoloji politika üretme, planlama, yönetim ve karar verme için işlevsel araçlar sağlamaktadır [44].

Kısaca CBS'nin avantajları, konumsal bir veri tabanı oluşu, teknolojik oluşu, sayısal harita oluşu, bilgi sistemi oluşu, bilgisayar yazılım/donanım sistemi oluşu ve yeni bir disiplin oluşu olarak özetlenebilir [43].

1.6.5. Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımı ve Sağladığı Yararlar

Yeryüzünün en önemli doğal kaynaklarından biri olan ormanların işletilmesi, planlanması ve yönetimini konu olan ormancılık CBS'nin en önemli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır [45].

Ormancılıkta planlama bilgiye dayanır. Diğer bir ifade ile planlama, ormanın yapısını ve gelişimini temsil eden konum ve öznitelik verilerin var oluşuna ve bu verileri birlikte uyumlu olarak bilgisayar ortamında işleyebilen bir bilgi sistemine dayanır. Öznitelik veriler bir objenin fiziksel durumunu gösteren geleneksel envanter verilerini içermektedir. Örneğin, bir meşcerenin hektardaki hacmi, artımı, kapalılığı, gelişme çağları ve ağaç türleri gibi veriler. Grafik veriler ise, bir objenin konumsal yerini, sınırını, dağılımını ve diğer objelere göre nispi komşuluklarını (topoloji) içeren genellikle harita formundaki verileri içermektedir. Örneğin, bir meşcerenin yeri, alanı, çevresi, yollara, yerleşim yerlerine ve yangın kulelerine göre mutlak ve nispi uzaklığı gibi [47].

Planların daha kaliteli, doğru, herkes tarafından anlaşılabilir şekilde kısa zamanda yapılması, gerektiğinde ve anında değiştirilebilmesi, en önemlisi karar verici tarafından kontrolünün yapılabilmesi, kesim, gençleştirme ve bakım haritalarının istenilen şekilde ve kalitede elde edilmesi, CBS'nin amenajmandaki önemli avantajlarını oluşturmaktadır [46].

Ormancılıkta bilgilerin güvenli ve uyumlu bir şekilde elde edilmesi, saklanması ve kullanıcıya sunulması her türlü ormancılık planlarının temelini oluşturmaktadır. Giderek çeşitlenen ve artan toplumun ilgi ve ihtiyaçlarını ormanları çok yönlü kullanıma açarak karşılamak ve orman ekosisteminin yapı ve sağlığının sürekliliğini koruyabilmek ancak mevcut veri ve bilgileri daha etkili bir şekilde kullanmaya açmaktan geçmektedir [47].

Modern ormancılığın yapılabilmesi ancak sağlam temellere oturtulmuş bir bilgi sistemi ile gerçekleşir. Ormanların çok geniş alanlara yayılmış olması ile ormancılığın normal bilgi sistemlerinin de ötesinde düşünülmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmış ve böylece ormancılıkta "konumsal (coğrafi) bilgi sistemleri" kurulması gerektiği gündemi işgal etmiştir [48].

Ormancılıkta coğrafi bilgi sisteminin kurulması artık kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bilgi sistemi kurulurken de öncelikle ormancılıkta bilgi sistemi tasarımı mutlak suretle detaylı bir şekilde hazırlanmalıdır. Böyle bir tasarım ise ancak bu konuda bilgili araştırmacılarla beraber ormancılıkta tecrübeli meslektaşların oluşturacağı etkili bir ekip tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu ekip bilgi sisteminin en ince detayına kadar tasarımını yapmalıdır [49].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırmanın Sınırlandırılması

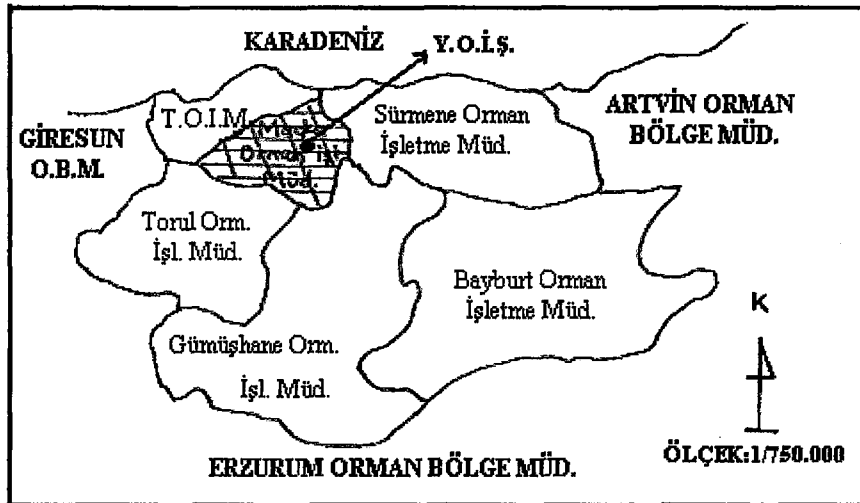
2.1.1. Coğrafi Sınırlandırma

Bu çalışma Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yapılmıştır.

Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği'nin araştırma alanı olarak seçilmesinde, yol uzunluğu ve sanat yapısı sayısının daha fazla olması ile, dağlık arazide ve Trabzon'a yakın olması etkili olmuştur.

Bu çalışmada; kısa sürede tahrip olan ve her yıl büyük oranda bakım ve onarım gerektiren orman yollarında sanat yapısı ihtiyacı araştırılmış, mevcut sanat yapıları ile boyutları, yapım tekniği ve bakım yönleri ele alınarak bölge için olması gereken sanat yapısı durumu ortaya konulmuştur.

Araştırma alanı arazi yapısı, iklim şartları, dağlık ve orman durumu itibarı ile Doğu Karadeniz Bölgesi şartlarını taşımaktadır. Çalışma alanının coğrafi açıdan sınırlandırılması Şekil 27'de gösterilmiştir.



Şekil 27. Araştırma alanının coğrafi konumu

2.1.2. Teknik Sınırlandırma

Bu çalışmada orman yolları üzerinde bulunan veya olması gereken hidrolik sanat yapıları özellikle incelenmiştir. Sanat yapılarından numune alınmasının zor olması ve laboratuvar imkanlarının olmaması nedeni ile dayanıklılık testleri yapılmamıştır.

Bu imkanlar dahilinde sanat yapısı yerleri ve sayısının belirlenmesi ile boyutlandırılması için gerekli olan Talbot formülündeki alan hesabının yapılması sırasında Coğrafi Bilgi Sistemleri olanaklarından yararlanılmıştır.

2.1.3. Zamansal Açıdan Sınırlandırma

Haritaların hazırlanması ve teknik verilerin toplanmasına 2001 yılı Kasım ayında başlanılmıştır. Bu arada literatür çalışmaları sürdürülmüştür. Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği ile irtibata geçilip bölgede ön etütler yapılmıştır. Ön etütler yardımıyla her bir sanat yapısı için ayrı etüt formları geliştirilmiştir.

Araştırmanın arazi işlerine ilişkin çalışmalarına 2002 yılı Mayıs ayında başlanmıştır. 2002 yılı Eylül ayından itibaren arazi ile diğer harita ve planlardan elde edilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması işlemlerine başlanmıştır. Veri tabanı oluşturma işlemleri ise 2003 yılı Şubat ayında tamamlanmıştır.

2.2. Materyal

2.2.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Çalışmanın yapıldığı alan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindedir.

Araştırma alanı $40^{\circ} 47' 56''$ - $40^{\circ} 54' 52''$ kuzey enlemleri ile $39^{\circ} 27' 38''$ - $39^{\circ} 43' 11''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Araştırma alanının en yüksek yeri denizden 1903 m. olan "Ayıyalağı Tepesi"dir [50].

Toplam 6391,0 ha olan ormanlık alanın normal koru sahası 3211,5 ha, bozuk koru sahası 616,5 ha çok bozuk koru sahası ise 2563,0 ha dır. Ayrıca 4000,0 ha ormansız alan olmak üzere toplam 10391,0 ha büyüklüğündedir. Yöreye ait Amenajman planına göre Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği 224 adet bölme ve 27 adet farklı meşcere tipinden oluşmaktadır. Tüketim merkezi olarak başta Maçka ve Trabzon olmak üzere ormanların

Maçka'ya olan uzaklığı takriben 0-20 km, Trabzon'a olan uzaklığı ise 15-45 km arasındadır.

Araştırma alanının yer aldığı Doğu Karadeniz Bölgesi kışları ılıman, nispi rutubeti yüksek, Türkiye'nin en çok yağış alan ve donlu günleri en az olan bölgedir. Yıllık yağış miktarı Trabzon'dan Rize'ye doğru 700 ile 2500 mm arasında değişmektedir. Bölgeye en fazla yağış sonbaharda düşmekte olup yaz ve kış ayları da yağışlı geçmektedir [51].

Kantarcı tarafından Doğu Karadeniz Bölgesi için yapılan çalışmada bölge, iklim değerlerine göre dört gruba ayrılmıştır. Buna göre alan, yıllık ortalama yağışı 680-830 mm arasında olan Trabzon-Akçaabat grubunda yer almaktadır [52].

Bölgenin iklim tipi Erinç'in "Yağış Müessiriyeti" formülüne göre [53] nemli iklim tipine girmektedir. Yine bu formüle göre vejetasyon örtüsü de nemcil orman olarak tanımlanmıştır.

2.2.2. Planlama Materyali

Amenajman planı (1984) verileri, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43a₁, G43a₂, G42b₃, G43a₄, G43a₃) ve sayısallaştırma yoluyla elde edilen alana ait sayısal harita, meşcere tipleri haritası, mevcut yol ağı planı ile arazide çekilen konuyu açıklayıcı fotoğraflar materyal olarak kullanılmıştır.

2.2.3. Bitki Örtüsü

Araştırma alanı Türkiye'nin Euro-Siberian (Euxine-Colchis) flora alanı kesiminde yer almaktadır [54].

Araştırma alanında odunsu, otsu ve çalı formunda bitki örtüsü mevcuttur. Yörede tespit edilen bazı bitkiler şunlardır; *Picea orientalis*, *Alnus glutinosa*, *Abies nordmanniana*, *Pinus silvestris*, *Fagus orientalis*, *Carpinus*, *Castanea*, *Quercus*, *Populus nigra*, *Rhodendron ponticum*, *Hedera helix*, *Rubus*, *Sorbus*.

2.2.4. Jeolojik Yapı ve Toprak

Jeolojik yapı itibariyle; Doğu Karadeniz yöresi bazalt, andezit, tuf gibi volkanik kayalardan oluşmaktadır.

Yeşiltepe bölgesi jeolojik yapı yönünden volkanik ve plutonik kayaların yoğun olarak görüldüğü Doğu Pontid'ler Kuzey Zonu'nda yer almaktadır. Tabanda "Alt Bazik Seri" olarak adlandırılan bazalt, andezit ve bunların piroklastlarından oluşan Jura volkanitleri bulunur. Granit bu birimi kesmiştir [55].

Granit; terkibindeki kuvarstan dolayı, oldukça hafif, havalanma ve drenaj şartları iyi toprakları verir. Meydana getirdiği toprağın üzerine yörenin etkisi vardır. Açık ve dik eğimli sahalarda granit anataşı üzerinde sığ topraklar teşekkül eder. Granit anataşından balçıklı kum, kumlu balçık ve bazen de balçık türündeki ekseriya hafif topraklar meydana gelir.

Bazalt; genel olarak bazaltın ayrışmasından koyu kahverenkli, killi, sığ, taş ve çakıllar bakımından zengin topraklar meydana gelir. Bu topraklar besin maddelerince zengin, fakat fiziksel özelliği bilhassa suyu geçirme bakımından o kadar iyi değildir [56].

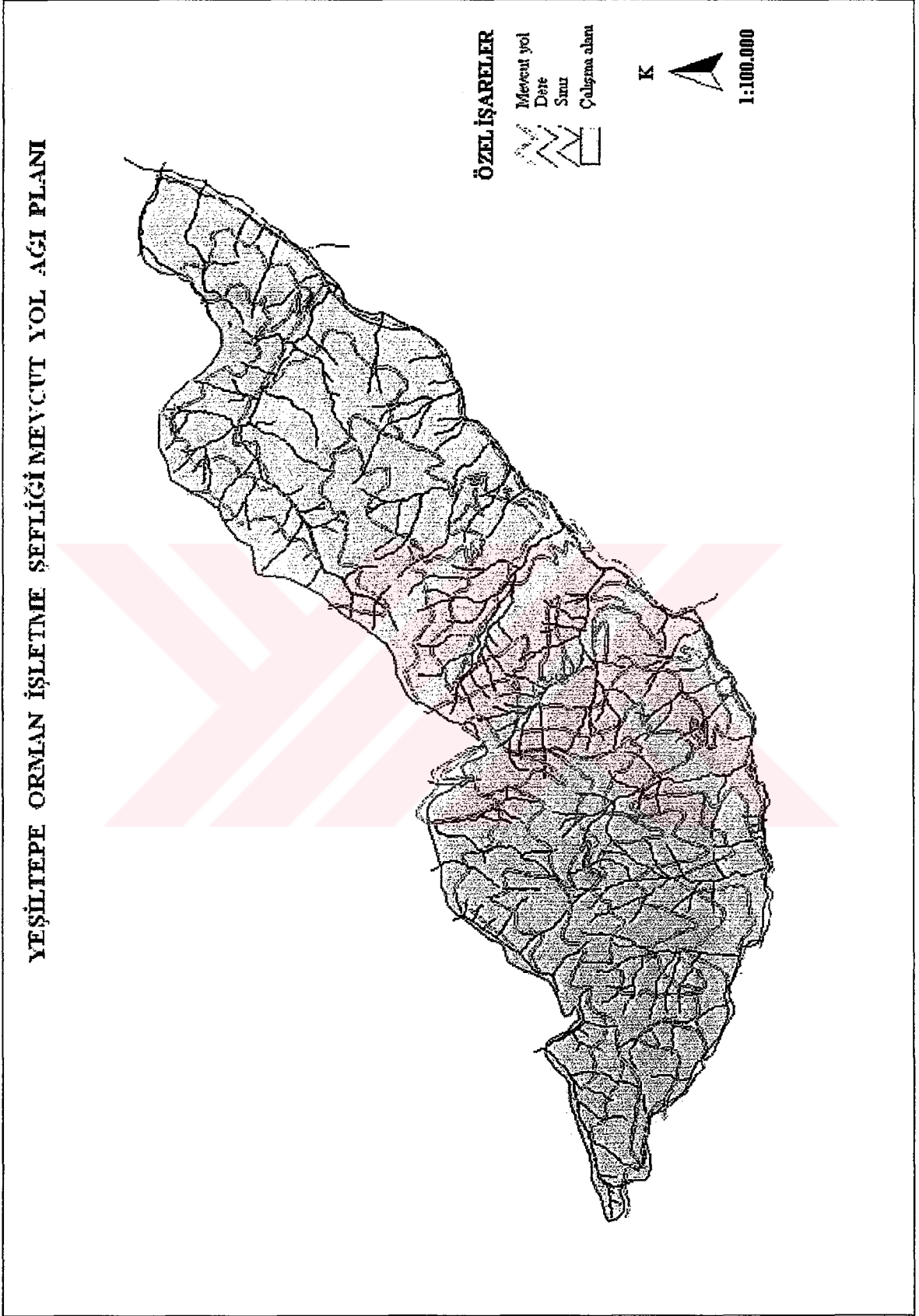
Toprak özellikleri olarak, Karadeniz Bölgesinin güney ve güneydoğuya bakan yamaçlarında esmer orman toprakları, kuzey ve kuzeydoğu yamaçlarda ise podsolümsü esmer orman toprakları hakim bulunmaktadır [52].

2.2.5. Araştırma Alanındaki Mevcut Yol Durumu

Yol ağı planında toplam 102+850 km yol planlanmıştır. Planlanan yolların 78+650 km'si inşa edilmiştir. Araştırma için mevcut yollar üzerindeki sanat yapıları (büz, menfez, kasis, köprü, hendek, istinat duvarları) incelenmiştir. Mevcut yollar planlanan yolların % 78'ini oluşturmaktadır [57].

Tablo 13. Araştırma alanında orman yol ağı planını oluşturan yolların uzunlukları

Kod No	Güzergah Adı	Planlanan (km)	Mevcut (km)
164	Ocaklı-Yaylabası mezra	7+000	7+000
165	Mulakazır mezra-Derecik mezra	2+000	2+000
166	Ocaklı-Örnek alan	13+300	13+000
167	Köprü- Çukuryayla	17+550	17+550
168	Şelmo- Ortakıran	2+900	2+900
169	Ortakıran D.-Karanlık D.	4+600	4+600
170	Kulindağı- Çayırbaşı	8+800	3+050
174	Aslan-Bayrak	2+500	2+500
179	Konak- Yeşilyurt	2+500	2+500
180	Serdar- Başmahalle	2+850	2+850
182	Yezitoğlu-Sirt	5+550	5+550
183	86 nolu bölme-Son mahalle	6+500	2+000
186	Haya-Kadirefendi D.	6+000	4+850
188	Ocak mezra-Güzel yayla	8+000	3+000
189	Haya mezrası-Soldoy yaylası	4+000	0+500
190	Esiroğlu-Çanakçı mahallesi	5+000	4+800
191	Mülekazır-Hacıoğlu	2+100	-
192	Kalecik-Çukur yayla	1+700	-
TOPLAM		102+850	78+650



Şekil 28. Araştırma alanının mevcut yol haritası

2.2.6. Araştırmada Kullanılan Bilgisayar Donanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı

Bu çalışmada, aşağıda özellikleri belirtilen, KTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü CBS Laboratuvarında (GISLAB) bulunan yazılım ve donanımlar kullanılmıştır.

Sun Ultra 5 iş istasyonu:

Ultra SPARC –II : 270 Mhz Risc İşlemci, 256 KB Cache

UPA/PCI: 256 MB bellek , PGX24 graphic card

İşletim Sistemi:

Sun Os Release 5.6 Version Generic-105181-03

Üzerinde koşan CBS yazılımlar:

Arc/Info 7.2.1 (Bu sistem Gislab'da lisanslı olarak çalışır)

ArcView 3.1

ArcView Spatial Analyst 1.0

ArcView Network Analyst 1.0

IBM PC:

Intel Celeron 400 Mhz Cısc İşlemci

256 KB Cache, 64 MB CD RAM

İşletim Sistemi:

Window 98 Second Edition

Üzerinde koşan CBS yazılımlar:

ArcView 3.1

ArcView Spatial Analyst 1.0

ArcView Network Analyst 1.0

ArcView 3D Analyst 1.0

AutoCAD R14

Raster to Vektor

2.2.7. Arazide Kullanılan Aletler

Mevcut sanat yapılarının boylarının ölçümünde 20 m'lik şeritmetre, eğimlerin ölçümünde Suunto marka klizimetre ve nişan levhası, görüntülerin alımında Zenit marka fotoğraf makinesi, koordinatların alımında da Garmin marka GPS alıcısı kullanılmıştır.

2.2.8. Etüt Formları

Araştırma alanında 71 adet sanat yapısının mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bunların 43'ü büz, 14'ü menfez, 6'sı kasis , 6'sı istinat duvarı ve 2'si de köprü'dür. Etüt formları, sanat yapılarının özelliklerinin kayda geçilmesi için düzenlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında yapılacak ölçüm ve tespitlerin kaydedilmesi için geliştirilen etüt formları beş değişik şekilde oluşturulmuştur.

- a) İstinat duvarları için etüt formu
- b) Büzler için etüt formu
- c) Menfezler için etüt formu
- d) Kasisler için etüt formu
- e) Köprüler için etüt formu

Bu etüt formları, kayıt değerleri ile birlikte bulgular kısmında gösterilecektir.

2.3.Yöntem

2.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalışma Modelinin Tasarımı

Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi çalışma modeli şu şekilde oluşturulmuştur:

Veri girişinde grafik veriler AutoCad R14 programı kullanılarak girilmiştir. Verilerin düzenlenmesi ve veri tabanının oluşturulması ile grafik verilerin sayısallaştırma hatalarının giderilmesi Raster to Vektor ile yapılmıştır.

Grafik veriler arasındaki konumsal ve matematiksel ilişkilerin kurulması için topoloji oluşturulmuştur. Bu amaç için Arc modülü kullanılmıştır. Topoloji oluşturulan grafik verilere ilişkin öznitelik verileri, veri tabanı yönetim sistemi modülü olan Info modülü ve grafik veri girişi düzenleme modülü olan Arcedit modülü birlikte kullanılarak girilmiştir.

Veriler arasındaki ilişkinin kurulması, oluşturulan veri tabanında yer alan veri tabloları arasındaki ilişkilerin kurulması ve sorgulanması Info modülü ile gerçekleştirilmiştir. Ormanın yer aldığı arazi hakkında veri temini için topoğrafik analiz yapılmıştır.

Bu analizler için sayısal arazi modeli (SAM) oluşturulmuştur. Bu çalışmalar Tin (Triangular Irregular Network) modülü kullanılarak yapılmıştır. Kullanıcılara sunulması için Arc/Info programının ArcView modülünden yararlanılmıştır.

2.3.2. Verilerin Elde Edilmesi ve Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Coğrafi Bilgi Sistemlerine girilecek olan veriler konum ve öznitelik veriler olarak ikiye ayrılır. Bu araştırmada, bir Coğrafi Bilgi Sistemi veritabanı oluşturmak amacıyla bilgisayar ortamına girilen konum ve öznitelik verileri şunlardır.

Konum (Grafik) verileri:

- a) alanın genel sınırı,
- b) eşyükselti eğrileri,
- c) çalışma alanındaki mevcut yollar,
- d) çalışma alanındaki akarsular,

Öznitelik Veriler:

- e) koordinat değerleri,
- f) yolların kod numaraları,
- g) üstyapı ve inşaat durumları,
- h) eğim değerleri,

2.3.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları iki kısma ayrılır. Bunlar; araziye çıkmadan önce yapılan işler ve arazide yapılan işlerdir.

Arazi öncesi yapılan işler, araştırma alanına gidilerek yollar, dereler, sanat yapıları ve arazinin genel yapısı çalışma öncesi tespit edilmiştir. Bölgeden sorumlu Orman İşletme Şefi'nde bu incelemelerde bulunmuş ve gerekli bazı bilgiler kendisinden alınmıştır.

Arazi çalışmaları esnasında yapılan işler sanat yapılarına yönelik olmuştur. Sanat yapılarının boyları ve eğimleri ölçülmüş, gerekli fotoğrafları çekilmiş, koordinatlar alınmış ve işlevleri kontrol edilmiştir. Ayrıca sanat yapısı ihtiyacı olan yerlerde de görüntü ve koordinatlar alınmıştır.

2.3.2.2. Arazi Sonrası Yapılan Çalışmalar (Büro İşleri)

2.3.2.2.1. Grafik (konum) Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Eşyükselti eğrilerinin bilgisayar ortamına girilmesi işleminden önce, çalışma alanının sınırlarının geçtiği 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43a₁, G43a₂, G42b₃, G43a₄, G43a₃) bir araya getirilerek, bu haritalar üzerinde yer alan eşyükselti eğrileri 50 metrede bir olacak şekilde, çalışma alanında yer alan akarsular, yollar, meşcere tipleri ve

bölme sınırları uygulanmakta olan amenajman planı esas alınarak aydınlar kağıtları üzerine aktarılmıştır.

Daha sonra aydınlar üzerindeki haritalarda yer alan grafik bilgiler sayısallaştırıcı yardımıyla Raster to Vektor programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Elde edilen .dxf uzantılı dosyalar, bu çalışmada kullanılan coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan Arc/Info ortamına transfer edilmiştir.

Transferi yapılan .dxf uzantılı kütükler birer Arc/Info katmanı haline getirilip üzerlerinde gerekli grafik düzeltme işlemleri yapılmıştır. Böylece bir coğrafi bilgi sistemi oluşturmak için gerekli olan konumsal veri tabanı elde edilmiştir. Daha sonra topoloji kurulmuştur. Topoloji ile grafik veriler arasında konumsal ve matematiksel ilişkiler kurulmuştur.

Yukarıda açıklanan mevcut verilerin girilmesinden sonra, eğim ve bakı katmanları üretilmiştir. Bu amaçla, eşyüksele eğrilerini içeren katmana, sayısal arazi modelini (SAM) oluşturabilmek amacıyla üçüncü boyut bilgisi olarak yükseklik bilgileri girilmiştir. Hazırlanan arazi modelinden konumsal analiz ile eğim ve bakı katmanları üretilmiştir. Bu katmalarda yeniden sınıflandırma yapılarak eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir.

2.3.2.2.2 Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Grafik verilerin girilmesinden sonra öznitelik bilgileri veri veritabanına girilmiştir. Grafik olmayan veriler olarak, arazide yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu veriler Arc/Info yazılımının Info ve Tables programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

2.3.2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Bilgisayar ortamına aktarılan bu grafik (konum) ve öznitelik verilerin saklanması, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların kullanılmasında Workstation ortamında çalışan Arc/Info yazılımının çeşitli modüllerinden yararlanılmıştır. Bu modüller Arc, Info, Tin ve ArcView modülleridir.

Sayısallaştırması yapılan topoğrafik, yol ağı ve amenajman haritaları üzerinde gerekli düzeltme işleri yapılarak bu haritaların topolojileri oluşturulmuştur. Eşyüksele eğrileri haritasından yararlanılarak sayısal arazi modeli elde edilmiştir. Ayrıca araştırma alanından elde edilen sayısal arazi modelinden eğim sınıfları haritası ve bakı haritası üretilmiştir.

2.3.2.2.3.1. Sayısal Arazi Modelinin Oluşturulması

Sayısal Arazi Modelinin oluşturulması için Arc/Info yazılımının Tin modülü kullanılarak, eşyükselti eğrisi (esyukseklık) katmanından, sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur (bu katmanın ismi “covertin” dir). Bu işlemi gerçekleştiren Createtin komutunun kullanışı aşağıda verilmiştir.

```
Arc: CREATETIN <out_tin> {weed_tolerance} {proximal_tolerance}
      {z_factor} {bnd_cover|xmin ymin xmax ymax}
Createtin:COVER <in_cover> {POINT|LINE|POLY} {spot_item}
      {sftype_item|sftype} {densify_interval}
      {logical_expression|select_file}
```

Arc/Info'nun Tin gösterimi çok başarılı değildir. Burada Tin genellikle yüzey analizlerin de kullanılmaktadır. Bu yüzden burada kullanılan veri kümesinden yararlanılarak, ArcView 3D Analyst yazılımında da aynı Tin oluşturulmuştur. Bu Tin'in üzerine yollar ve dereler eklenerek arazinin gerçekçi görüntüsü elde edilmiştir.

2.3.2.2.3.2. Eğim Haritasının Hazırlanması

Eğim haritası Arc/Info yazılımının Tin modülü kullanılarak oluşturulan sayısal arazi modelinden yararlanılarak elde edilmiştir.

Eğim haritasında öznelik veri olarak eğim değerleri bilgisayar tarafından derece ve yüzde olarak otomatik olarak hesaplanmaktadır (Tablo14).

Tablo 14. Eğim grubu değerleri [58]

Tanımlı	Kodu	Eğim Derecesi	Eğim Yüzdesi(%)
Düz	1	0-5	0-9
Orta Eğimli	2	5-10	9-17
Çok Eğimli	3	10-20	17-36
Dik	4	20-30	36-58
Çok Dik	5	30-45	58-100
Sarp	6	>45	>100

2.3.2.2.3.3. Bakı Haritasının Hazırlanması

Bakı haritası Arc/Info yazılımı Tin modülü kullanılarak oluşturulan sayısal arazi modelinden yararlanılarak elde edilmiştir.

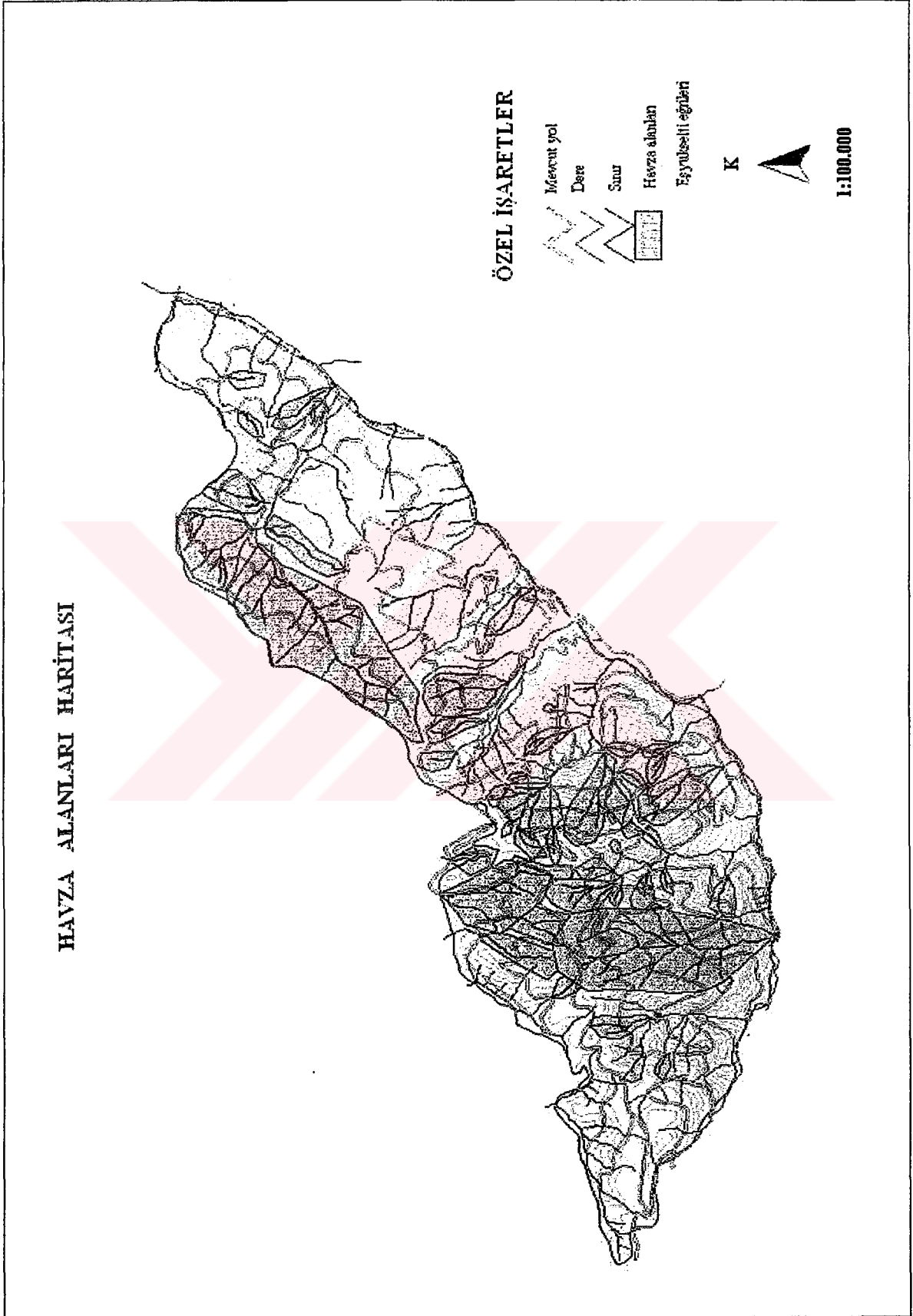
Bakı haritasındaki öznitelik verileri de yine bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. Hesaplanan değerlerden yararlanılarak kuzey, kuzeydoğu, güney, güneydoğu, doğu, batı, kuzeybatı ve güneybatı olmak üzere sekiz ayrı kod girilmiştir. Düz alanlar ayrıca kodlanmış ve $338^0 - 22^0$ Kuzey olmak üzere, 44^0 lik dilimler oluşturulmuştur.

Tablo 15. Bakı grubu kodları

Tanım	Kodu
Düz alanlar	0
Kuzey	1
Kuzey Doğu	2
Doğu	3
Güney Doğu	4
Güney	5
Güney Batı	6
Batı	7
Kuzey Batı	8

2.3.3. Havza Alanlarının Ayrılması

Orman yol ağı ve dere sistemi sayısallaştırma ile Coğrafi Bilgi Sistemleri veritabanında yapılandırılmıştır. Sayısal Arazi Modeli (SAM) üzerinde yol ve dere sistemleri kullanılarak çalışma noktalarında gerekli olacak sanat yapısını belirlemek amacıyla bu noktanın üstünde kalan su toplama alt havzalarının sınırları su ayırım çizgilerini dikkate alarak sayısal hale dönüştürülmüştür. Her bir dere için kapalı poligon oluşturulmuştur. Böylece topoloji kurularak havza alanları elde edilmiştir (Şekil 29).



Şekil 29. Havza alanlarının ayrımını gösteren harita

2.3.4. Mevcut Sanat Yapılarının Tespiti Yöntemi

Mevcut sanat yapılarının tespiti için arazi yolları iyi bilen bir teknik eleman ile gezilmiştir. Yolların haritada doğru işaretlenmiş olduğunu tespit etmek için de 1/25000 ölçekli yol ağı planı ve meşcere tipleri haritasından yararlanılmıştır. Yol güzergahı boyunca tespit edilen sanat yapılarının koordinatları alınmış, fotoğrafları çekilmiş, boyutları ve tipi belirlenmiştir. Mevcut sanat yapısı yanında, sanat yapısı ihtiyacı olan yerler de ayrıca tespit edilerek fotoğrafları çekilmiş ve koordinatları alınmıştır.

Yol güzergahı boyunca tespit edilen mevcut sanat yapılarının koordinatları Garmin marka Global Position Systems (GPS) alıcısı ile belirlenmiştir. Bu işlem için sanat yapıları üzerine gelinmiş, belli bir süre beklenilerek koordinatları alınmış ve havanın açık olmasına alıcının daha iyi çalışmasını sağlamak amacıyla dikkat edilmiştir. Sanat yapılarının fotoğrafları ise Zenit marka fotoğraf makinesi ile elde edilmiştir.

Arazide mevcut sanat yapılarının çap ve uzunluklarının ölçümünde şeritmetre, kullanılmıştır. Şeritmetrenin gergin ve yatay olmasına dikkat edilmiştir. Arazinin eğimi ve sanat yapılarının uygun eğimde yapılıp yapılmadığının tespiti de Suunto marka klizimetre ve nişan levhası ile yapılmıştır. Sanat yapısı inşa derinliğinin tespiti için, yol seviyesinden sanat yapısı üst kısmına kadar olan mesafe ölçülmüştür. Yapım yılı tespitinde resmi kayıtlarda rastlanılmamış olup yöredeki yaşlı insanlara ve işletmedeki yetkili kişilere sorularak belirlenmiştir. Bütün bu ölçülen ve tespit edilen değerler hazırlanan etüt formlarına kaydedilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında topoğrafik harita, mevcut yol ağı planı, hava fotoğrafları hazır bulundurulmuş ve haritalar ile arazi karşılaştırılarak herhangi bir uyumsuzluğun olup olmadığı kontrol edilmiştir.

GPS ile alınan koordinat değerleri Excel'e aktarılarak bir tablo düzenlenmiştir. Daha sonra bu veriler .dbf uzantılı dosya olarak kaydedilerek bu çalışmada kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı olan ArcView ortamına transfer edilmiştir.

2.3.5. Optimum Sanat Yapısı Tipinin Seçimi, Sayısı ve Boyutlarının Hesaplanması Yöntemi

Yol güzergahlarının akarsu yataklarını kestiği yerlerde inşa edilecek büz, menfez ve köprülere ait tip ve boyutların belirlenmesi, bu tesislerin ve dolayısıyla yolun güvenliği ile ekonomikliği bakımından büyük önem taşır. Sanat yapıları tiplerinin seçiminde ilk

belirleyici unsur kullanılacakları yerde dolgunun olup olmadığıdır. Bu tesislerin bir kısmı dolgu altında kullanılmazken bir kısmı da dolgu altında kullanılabilir. Büzler, kutu ve kemer menfezler dolgu altında kullanılırken, küçük menfezler, betonarme tabliyeli menfezler ve köprüler dolgu altında kullanılamazlar (Tablo 16-17).

Tablo 16. Dolgu altında kullanılan drenaj yapıları

Sanat Yapısı Adı	Serbest Açıklık	Dolgu Yüksekliği	
		Min.	Mak.
Beton Büzler	(Ø 60, 80 cm)	30 cm	3,0 m
Sepetküp. Büzler	(Ø 60, 80 cm)	3,0 m	6,0 m
Kutu Menfezler	(1,0-1,5 m)	-	15,0 m
	(2,0-3,0 m)	-	9,0 m
Kemer Menfezler	(1,0-1,5 m)	-	15,0 m
	(2,0-3,0 m)	-	9,0 m

Tablo 17. Dolgu altında kullanılmayan drenaj yapıları

Sanat Yapısı Adı	Serbest Açıklık
Küçük Menfezler	(60 – 120 cm)
Betonarme Tabliyeli Menfezler	(6,0 m)
Köprüler	(> 6 m)

Orman yollarında büz, menfez ve köprü boyutlandırılmasında (debuşelerinin belirlenmesinde) Talbot formülünden yararlanılmıştır. Talbot formülünün tercihinde ise yöreye ait hidroloji verilerin olmayışı etkili olmuştur. Talbot formülünde sadece arazinin topoğrafik yapısı esas alınmakta yağış durumu dikkate alınmamaktadır. Diğer yöntemleri uygulayabilmemiz için geniş çapta yağış bilgisi, taşkın tekrarları ve yağış tekrarları gibi hidrolojik istatistiklere ihtiyaç vardır. Ülkemizde ise, bu konuda hidrolojik alandaki çalışmalar ve bilgiler henüz yeterli değildir.

Talbot formülüne göre sanat yapısı kesit alanları belirlenmiş ve sanat yapısı tipinin seçimi de Tablo 18'e göre kararlaştırılmıştır. Karar verme aşamasında, hem ihtiyacı karşılayacak sanat yapısı tipi ve boyutu belirlenmiş hem de ekonomik olma durumu göz önünde bulundurulmuştur. Amaç taşkın sırasında yola ve çevreye zarar vermeyecek biçimde suyu geçirecek en ekonomik sanat yapısı boyutunu saptamaktır.

Tablo 18. Sanat yapısı tipi seçimi

Kesit Alanı	Sanat Yapısı Tipi
<1m ²	Dairesel K.B.veya Küçük Menfez
1-2m ²	Sepet Kulplu Büz, Kasis
2-8m ²	Büyük Menfez, Büzlü Kasis
>8m ²	Köprü

Hidrolik yapıların kesit tayini için en basit biçimde boyutlandırma yöntemi olan Talbot formülü şu şekildedir;

$$S = 5,791 * C * A^3 \text{ Burada;}$$

$$S = \text{Sanat yapısı enkesit alanı (m}^2 \text{)}$$

$$A = \text{Su toplama havzası alanı (km}^2 \text{)}$$

$$C = \text{Su havzasının topografyasına bağlı bir katsayı}$$

Talbot formülündeki C katsayısının tespitinde aşağıdaki tablodan yararlanılmıştır.

Tablo 19. Talbot katsayısı değerleri [31]

Arazinin Topoğrafik Durumu	C (Talbot Kats.)
Çok Düz	0,2
Düz	0,3
Hafif Dalgalı	0,4
Dalgalı	0,5
Hafif Tepelik	0,6
Tepelik	0,7
Dağlık	0,9

Bu çalışmada, çalışma alanının dağlık arazi niteliğinde olması, ortalama eğim yapısının çok yüksek olması, yağış sularının yüzeysel akışa geçme ihtimalinin çok fazla olmasından dolayı Talbot formülündeki C katsayısı Tablo 19'dan yararlanılarak 0,9 olarak alınmıştır.

Arazide yapılan incelemeler sonucu taşıntı materyalinin fazla gelebileceği düşünülen yerlerde büzlerin ve menfezlerin yerine kasis yapılacağı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

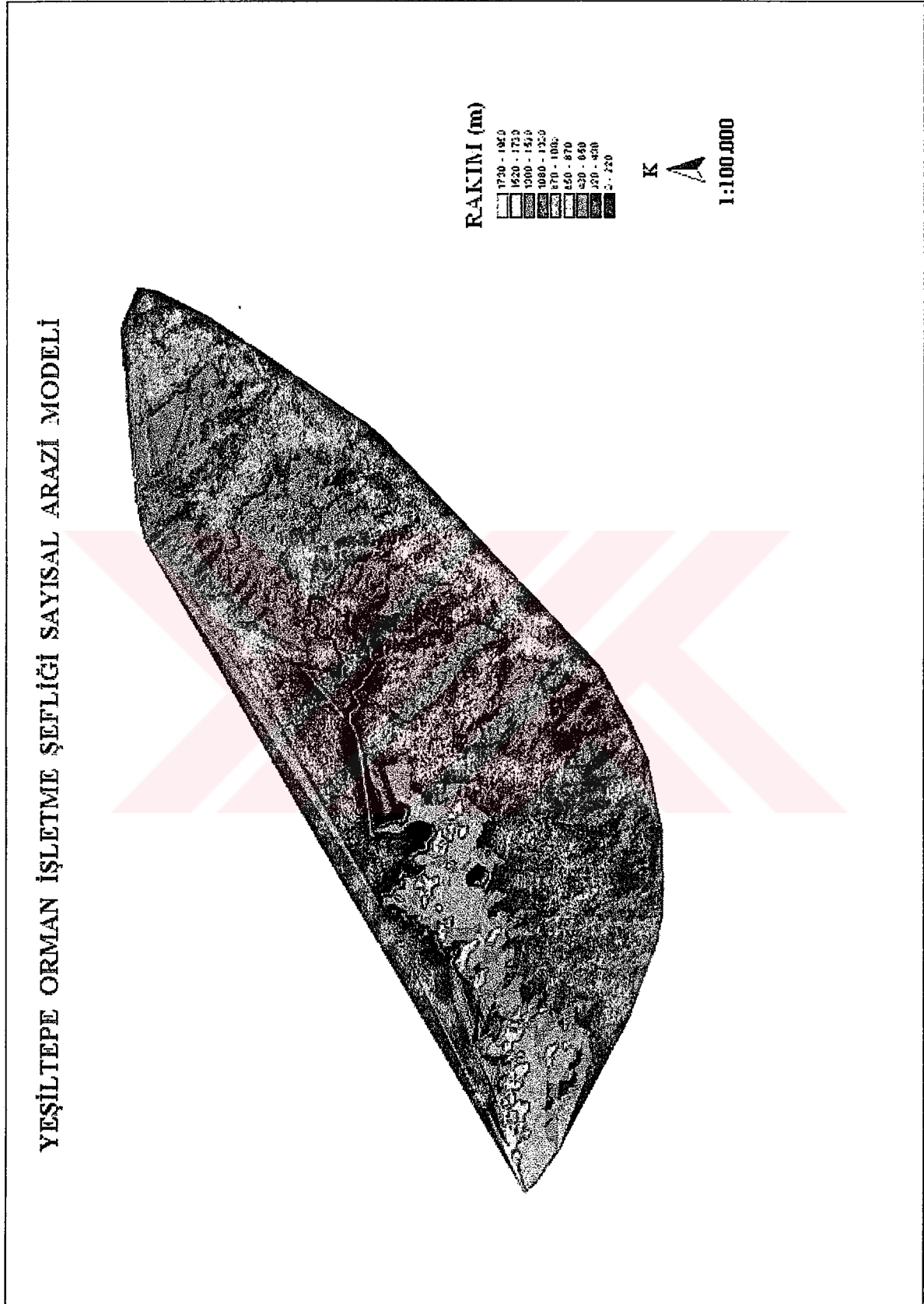
Orman yolu sanat yapılarının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanılması konusunda yapılan bu çalışmada, orman yolları sanat yapılarının belirlenmesinde etkili olan faktörlerin bilgisayar ortamında tanımlanması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Burada klasik haritalar üzerinde yapılan teknik işlemlerin bilgisayar ortamında GIS-GPS tekniği kullanılarak yapılması üzerine araştırmalar yapılmıştır.

3.1. Kartografik Değerlendirmeler

Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği'ne ait çeşitli kartografik haritalar hazırlanmıştır. Böylece topoğrafik durum ve orman yolları ile sanat yapılarına ilişkin veriler elde edilmiştir.

3.1.1. Sayısal Arazi Modeline İlişkin Bulgular

Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği'ne ait mevcut yol ağı planı bilgisayar ortamında hazırlanan Sayısal Arazi Modeli (SAM) üzerine aktarılmış ve yol güzergahları ile dere geçiş noktaları GIS ortamında sorgulanarak tespit edilmiştir. Hazırlanan orman yol ağı planı ve dere sistemi ile çakışan sanat yapılarına ait olan Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği'nin Sayısal Arazi Modeli Şekil 30'da görülmektedir. Aynı zamanda bu dağılım gerçek arazideki dağılımı sembolize etmektedir. Yapılan bütün haritalardaki ölçekler A4 kağıt boyutuna göre ayarlanmıştır (1/100.000 olarak alınmıştır).



Şekil 30. Yeşiltepe orman işletme şefliği sayısal arazi modeli (3D görünümü)

3.1.2. Eğim Gruplarına İlişkin Bulgular

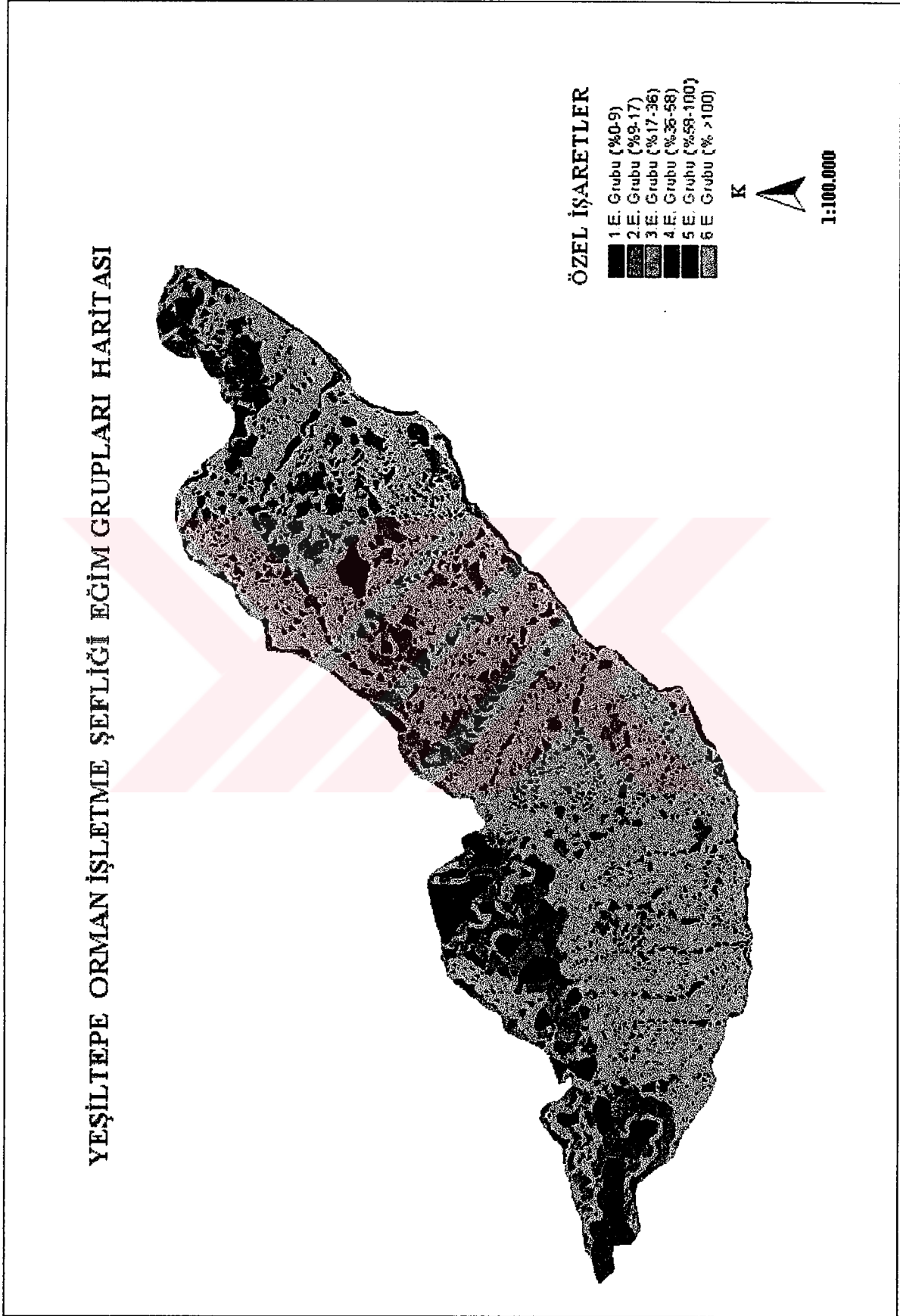
Orman yollarında, sanat yapısı yerlerinin belirlenmesinde ana faktörlerden birisi eğim'dir. Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanı için eğim sınıfları haritası Şekil 31'de verilmiştir. Bu haritanın oluşturulmasında sayısal arazi modelinden yararlanılmıştır.

Alanın eğim gruplarına dağılımı ve toplam alana oranları ise Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20. Yeşiltepe orman işletme şefliği alanının eğim gruplarına dağılımı

Katman Adı	Tanım	Kodu	Alan (ha)	Toplam Alana Oranı (%)
Eğim	Düz	1	1632,87	15,67
	Orta Eğimli	2	24,10	0,23
	Çok Eğimli	3	115,17	1,10
	Dik	4	191,54	1,83
	Çok Dik	5	1020,35	9,79
	Sarp	6	7431,94	71,38
Toplam			10415,97	100,00

Tablo 20'deki verilerden de anlaşılacağı üzere çalışma alanının büyük bir kısmının (% 71,38)'lik sarp olarak nitelenen eğim grubu içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 31. Yeşiltepe orman işletme şefliği eğim grupları haritası

3.1.3. Bakı Haritasına İlişkin Bulgular

Orman yollarında sanat yapılarının güneşli bakılarda daha uzun ömürlü olduğu gözlenmiştir. Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanı için hazırlanan bakı haritası Şekil 32’de verilmiştir.

Alanın bakı gruplarına dağılımı ve toplam alana oranları ise Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21. Yeşiltepe orman işletme şefliği alanının bakı gruplarına dağılımı

Katman Adı	Tanım	Kodu	Alan(ha)	Toplam Alana Oranı (%)
Bakı	Düz alanlar	0	1632,87	15,67
	Kuzey	1	652,13	6,24
	Kuzey Doğu	2	1054,43	10,12
	Doğu	3	1812,24	17,39
	Güney Doğu	4	2075,56	19,92
	Güney	5	409,31	3,90
	Güney Batı	6	338,06	3,28
	Batı	7	1427,10	13,70
	Kuzey Batı	8	1016,79	9,76
		Toplam		10415,97

Araştırma alanının % 26,12’si kuzey bakılarda (K, KD, KB) yer alırken, alanın % 31,09’u doğu ve batı bakılarda ve % 27,12’si ise güney bakılarda (G, GD, GB) yer almaktadır. Sanat yapılarının bakı gruplarına dağılımı Tablo 22’de görülmektedir.

Tablo 22. Sanat yapılarının bakı gruplarına dağılımı

Bakı Grupları	Sanat Yapısı Sayısı (adet)	Toplam Sanat Yapısı Sayısına Oranı (%)
Kuzey Bakılar	27	38,03
Güney Bakılar	35	12,67
Doğu-Batı Bakılar	9	49,30
Toplam	71	100,00



Şekil 32. Yeşiltepe orman işletme şefliği bakı haritası

3.2. Sanat Yapılarının Arazideki Durumu

3.2.1. Arazide İncelenen Mevcut Sanat Yapılarının Özellikleri

Mevcut sanat yapılarının 43'ünün büz olduğu tespit edilmiş olup özellikleri Tablo 23'de verilmiştir.

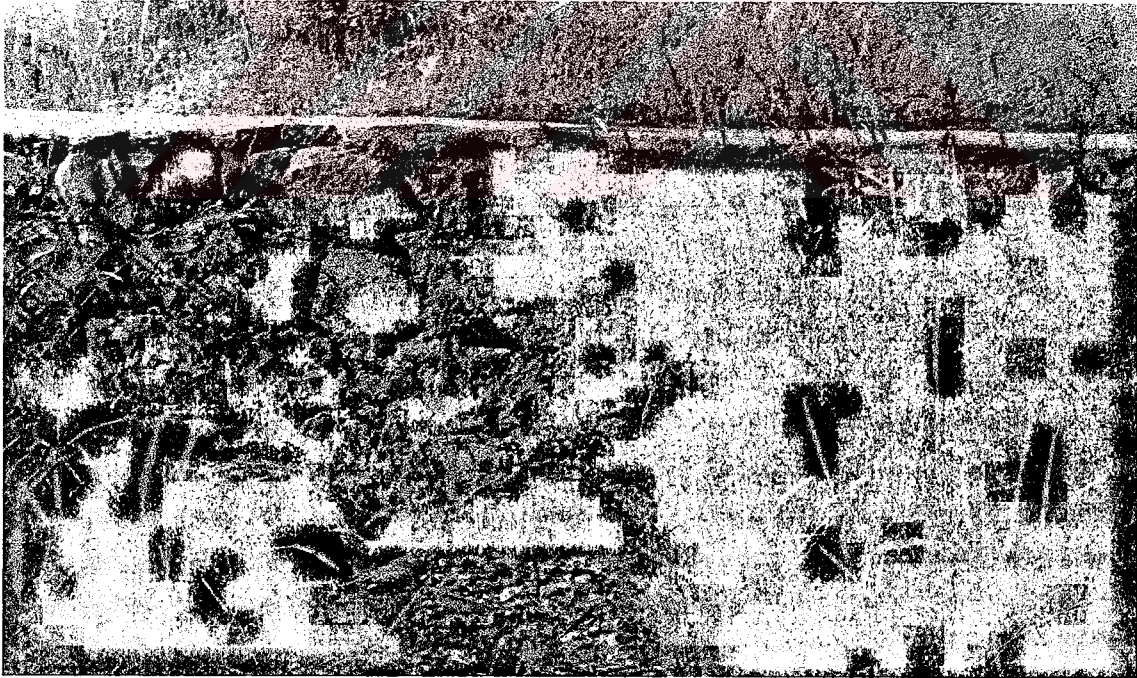
Tablo 23. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut büzlerin özellikleri

No	Büz Adı	Büz Çapı (cm)	Cid. Kal. (cm)	Büz Boyu (m)	Eğim (%)	İnşa Deri. (cm)	Yapı. Yılı	Yol Kodu	İşlevi	Bakı
1	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	3	25	1984	167	Açık	Güney
2	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	3	20	1984	167	Açık	Güney
3	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	5	30	1984	166	Açık	Güney
4	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	2	45	1984	167	Tıkalı	Kuzey
5	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	2	50	1984	165	Tıkalı	Kuzey
6	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	4	35	1984	170	Tıkalı	Kuzey
7	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	2	25	1984	170	Tıkalı	Kuzey
8	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	2	45	1984	182	Tıkalı	Kuzey
9	Dairesel Kesit.	40	5	5,00	3	30	1984	167	Tıkalı	Kuzey
10	Dairesel Kesit.	60	7	4,00	3	30	1984	188	Açık	Güney
11	Dairesel Kesit.	60	7	4,00	4	30	1984	188	Açık	Güney
12	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	6	45	1984	188	Tıkalı	Kuzey
13	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	8	50	1984	189	Tıkalı	Doğ-Batı
14	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	2	35	1984	189	Tıkalı	Doğ-Batı
15	Dairesel Kesit.	60	7	6,00	3	60	1984	166	Tıkalı	Güney
16	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	8	40	1984	166	Tıkalı	Güney
17	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	5	40	1999	166	Açık	Güney
18	Dairesel Kesit.	60	7	5,00	2	25	1984	170	Tıkalı	Güney
19	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	4	30	1999	170	Açık	Güney
20	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	6	40	1984	170	Tıkalı	Güney
21	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	9	25	1984	164	Tıkalı	Kuzey
22	Dairesel Kesit.	80	9	6,00	5	35	1984	164	Tıkalı	Kuzey
23	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	3	40	1984	166	Tıkalı	Güney
24	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	2	60	1984	166	Tıkalı	Güney
25	Dairesel Kesit.	80	9	5,00	5	50	1984	166	Açık	Güney
26	Sepet Kulp.	80	12	5,50	7	30	1984	167	Tıkalı	Doğ-Batı
27	Sepet Kulp.	80	12	5,00	9	45	1984	167	Tıkalı	Doğ-Batı
28	Sepet Kulp.	80	12	6,00	5	45	1984	166	Tıkalı	Güney
29	Sepet Kulp.	80	12	5,50	6	50	1984	166	Tıkalı	Güney
30	Sepet Kulp.	80	12	4,50	4	55	1984	182	Tıkalı	Kuzey
31	Sepet Kulp.	80	12	5,50	6	50	1984	182	Tıkalı	Kuzey
32	Sepet Kulp.	80	12	6,00	10	50	1984	182	Tıkalı	Kuzey
33	Sepet Kulp.	80	12	5,50	6	50	1984	183	Tıkalı	Kuzey
34	Sepet Kulp.	80	12	5,50	8	50	1984	183	Tıkalı	Kuzey
35	Sepet Kulp.	80	12	5,00	4	45	1984	190	Tıkalı	Doğ-Batı

Tablo 23'ün devamı

36	Sepet Kulp.	80	12	5,50	3	35	1984	190	Tıkalı	Doğ-Batı
37	Sepet Kulp.	80	12	5,00	6	45	1984	186	Tıkalı	Güney
38	Sepet Kulp.	80	12	5,00	4	45	1984	186	Açık	Güney
39	Sepet Kulp.	80	12	5,50	6	50	1999	190	Açık	Güney
40	Sepet Kulp.	80	12	5,50	4	50	1984	190	Açık	Güney
41	Sepet Kulp.	80	12	4,50	6	60	1984	179	Açık	Güney
42	Sepet Kulp.	80	12	5,50	8	50	1984	183	Tıkalı	Kuzey
43	Sepet Kulp.	80	12	5,00	4	45	1984	190	Tıkalı	Kuzey

Tablo 23'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 25'i dairesel kesitli büz ve 18'i de sepet kulplu büz olmak üzere toplam 43 adet büz olduğu tespit edilmiştir. Dairesel kesitli büzlerin 9 adeti 40 cm çapında, 9 adeti 60 cm çapında ve 7 adeti de 80 cm çapındadır. Sepetkulplu büzlerin hepsi 80 cm çapındadır. Büzlerin 21'i güney bakılarda, 16'sı kuzey bakılarda ve 6'sı da doğu-batı bakılarda yer almaktadır. Eğimlerinin % 2-10 arasında ve inşa derinliğinin 20-60 cm arasında olduğu, ayrıca % 28'inin faaliyette, % 72'sinin ise tıkalı olduğu tespit edilmiştir.



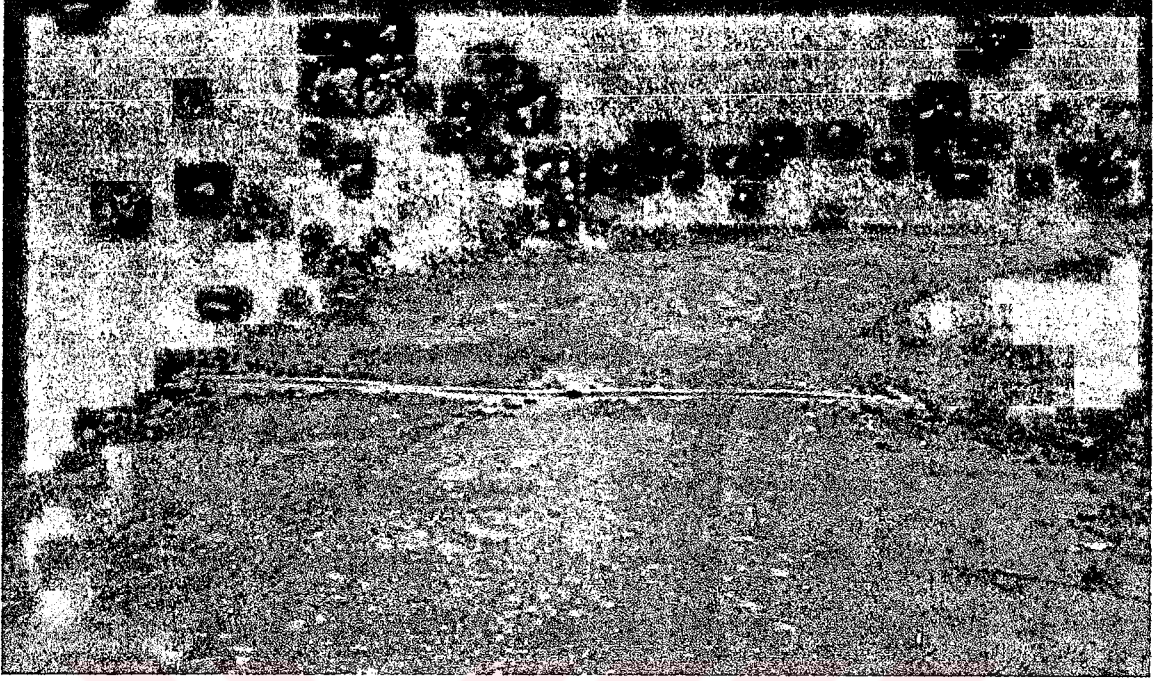
Şekil 33. Bakımı yapılmadığı için toprak dolmuş iki adet büz

Mevcut sanat yapılarından 14 adetinin menfez olduğu tespit edilmiş olup özellikleri Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut menfezlerin özellikleri

N o	Menf. Adı	M.Gen. (cm)	M.Yük. (cm)	Plak U.(cm)	Plak Sayı.	M.Boy (cm)	Yapım Yılı	Yol Kodu	İşlevi	Bakı
1	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	190	Tıkalı	Kuzey
2	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	188	Tıkalı	Güney
3	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	167	Tıkalı	Kuzey
4	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	167	Tıkalı	Kuzey
5	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	164	Tıkalı	Kuzey
6	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	164	Tıkalı	Kuzey
7	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	166	Açık	Güney
8	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	169	Açık	Güney
9	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	169	Açık	Güney
10	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	169	Açık	Güney
11	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	169	Açık	Güney
12	Plak	60	1,00	100-50	6	6,00	1984	170	Açık	Güney
13	Kutu	2,00	2,00	-	-	6,00	1984	170	Açık	Doğ-Batı
14	Kutu	1,50	1,50	-	-	5,50	1984	186	Açık	Doğ-Batı

Tablo 24'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 12 adet plak menfez ve 2 adet kutu menfez olmak üzere toplam 14 adet menfez olduğu tespit edilmiştir. Menfezlerin 7'si güney bakılarda, 5'i kuzey bakılarda, 2'si de doğu-batı bakılarda yer almaktadır. Ayrıca menfezlerin hepsinin aynı yıl inşa edildiği, % 43'ünün tıkalı, % 57'sinin de faaliyette olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 34. Tekniğine uygun olarak yapılmış bir açık ahşap menfez

Mevcut sanat yapılarından 6 adet kasis olduğu tespit edilmiş olup özellikleri Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut kasislerin özellikleri

N o	Kasis Adı	Gir.-Çık. Eğimi (%)	Enine Eğim (%)	Boy (m)	Genişl. (m)	Yüksek. (m)	Yapım Yılı	Yol Kodu	Bakı
1	Beton	4	2	3+3	4	3	1999	167	Kuzey
2	Beton	4	2	3+3	4	4	1999	167	Kuzey
3	Beton	4	2	3+3	4	4,5	1999	166	Güney
4	Beton	4	2	3+3	4	4	1999	166	Güney
5	Büzlü(60)	3	2	2+2	3	2	1984	190	Güney
6	Büzlü(60)	3	2	2+2	2,5	2	1984	189	Doğ-Batı

Tablo 25’in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 6 adet kasisin olduğu, 4 adet beton kasis, 2 adet de 60 cm çapında büzlü kasis olduğu tespit edilmiştir. Kasislerin giriş-çıkış eğiminin % 3-4 ve enine eğimlerinin de % 2 olduğu görülmektedir. Beton kalınlıkları 15 cm olarak ölçülmüştür.

Mevcut sanat yapılarından 2 adet köprü olduğu tespit edilmiş olup özellikleri Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut köprülerin özellikleri

No	Köprü Adı	Yükseklik (m)	Genişlik (m)	Boyu (m)	Yapım Yılı	Yol Kodu	Bakı
1	Betonarme	2,5	3,0	4,0	1999	169	Güney
2	Betonarme	4,5	4,5	9	1984	167	Güney

Tablo 26'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 2 adet betonarme köprüünün ikisinin de aynı bakıda olduğu tespit edilmiştir. Buradan ana derenin güney bakıda olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 35. Tekniğine uygun olarak yapılmış bir betonarme tabliyeli plak köprü

Mevcut sanat yapılarından 6 adet istinat duvarı, özellikleri Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut istinat duvarları özellikleri

No	İstinat Duv.Adı	Yol Kodu	Uzunluk (m)	Yükseklik (cm)	Üst Geniş. (cm)	Yapım Yeri	Bakı
1	Beton	168	8	6,00	40	Yol üstü	Kuzey
2	Harçlıtaş	182	5	1,80	45	Yol üstü	Kuzey
3	Harçlıtaş	180	6	2,50	50	Yol üstü	Güney
4	Harçlıtaş	164	9	3,00	40	Yol üstü	Kuzey
5	Harçlıtaş	167	26	3,00	60	Yol üstü	Güney
6	Kurutaş	167	5	2,20	70	Yol altı	Kuzey

Tablo 27'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere 6 adet istinat duvarının 4 adetinin harçlıtaş duvar, 1 adetinin beton duvar, diğerinin de kurutaş duvar olduğu ve yine 4 adetinin kuzey bakılarda, 2 adetinin de güney bakılarda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 36. Tekniğine uygun olarak yapılmamış bir beton istinat duvarı

3.2.2. Mevcut Sanat Yapılarının Kesit Alanları

Orman yollarında sanat yapılarının seçimi havza alanı ile ilişkilidir. Sanat yapısı mevcut 59 havza alanı üzerinde yapılan çalışma sonucu 43 yerde büz, 14 yerde menfez ve 2 yerde köprü yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Koordinatları alınan mevcut sanat yapılarının yerlerini gösteren harita Şekil 37'de verilmiştir.

Araştırma alanında incelenen mevcut sanat yapısı gruplarının dağılımı Tablo 28'de yer almaktadır.

Tablo 28. Yeşiltepe orman işletme şefliğindeki mevcut hidrolik sanat yapıları

No	A (Km ²)	A ³	⁴ √A ³	C	Sabit Katsayı (5,791)	S=5,791*C* ⁴ √A ³ 5*4*3 (m ²)	Mevcut Sanat Yapısı Tipi
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	B ₄₀
2	0,14	0,002744	0,22887	0,9	5,791	1,1928	B ₆₀
3	0,01	0,000001	0,03162	0,9	5,791	0,1648	B ₆₀
4	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	B ₄₀
5	0,08	0,000512	0,15042	0,9	5,791	0,7839	B ₄₀
6	0,11	0,001331	0,19100	0,9	5,791	0,9954	B ₄₀
7	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	B ₄₀
8	0,26	0,017576	0,36410	0,9	5,791	1,8976	B ₈₀
9	0,24	0,013824	0,34289	0,9	5,791	1,7871	B ₈₀
10	0,09	0,000729	0,16431	0,9	5,791	0,8564	B ₄₀
11	0,55	0,166375	0,63866	0,9	5,791	3,3286	B ₈₀
12	0,24	0,013824	0,34289	0,9	5,791	1,7871	B ₈₀
13	0,14	0,002744	0,22887	0,9	5,791	1,1928	B ₆₀
14	1,26	2,000376	1,18926	0,9	5,791	6,1983	B ₈₀
15	0,86	0,636056	0,89304	0,9	5,791	4,6544	B ₈₀
16	0,11	0,001331	0,19100	0,9	5,791	0,9954	B ₈₀
17	0,09	0,000729	0,16431	0,9	5,791	0,8564	B ₈₀
18	0,15	0,003375	0,24102	0,9	5,791	1,2562	B ₆₀
19	0,13	0,002197	0,21649	0,9	5,791	1,1283	B ₆₀
20	0,46	0,097336	0,55855	0,9	5,791	2,9111	B ₈₀
21	0,09	0,000729	0,16431	0,9	5,791	0,8564	B ₆₀
22	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	B ₄₀
23	0,08	0,000512	0,15042	0,9	5,791	0,7839	B ₆₀
24	0,02	0,000008	0,05318	0,9	5,791	0,2771	B ₆₀
25	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	B ₆₀
26	0,34	0,039304	0,44525	0,9	5,791	2,3206	B ₈₀
27	0,01	0,000001	0,03162	0,9	5,791	0,1648	B ₈₀
28	0,60	0,216	0,68173	0,9	5,791	3,5531	B ₈₀
29	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	B ₈₀
30	1,16	1,560896	1,11774	0,9	5,791	5,8255	B ₈₀
31	0,38	0,054872	0,48399	0,9	5,791	2,5225	B ₈₀
32	0,50	0,125	0,59460	0,9	5,791	3,0990	B ₈₀
33	0,16	0,004096	0,25298	0,9	5,791	1,3185	B ₈₀
34	0,19	0,006859	0,28778	0,9	5,791	1,4998	B ₈₀
35	0,25	0,015625	0,35355	0,9	5,791	1,8426	B ₈₀
36	0,41	0,068921	0,51237	0,9	5,791	2,6704	B ₈₀
37	0,22	0,010648	0,32123	0,9	5,791	1,6742	B ₈₀
38	0,28	0,021952	0,38491	0,9	5,791	2,0061	B ₈₀
39	0,12	0,001728	0,20388	0,9	5,791	1,0626	B ₈₀
40	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	B ₄₀
41	0,02	0,000008	0,05318	0,9	5,791	0,2771	B ₄₀

Tablo 28'in devamı7

42	0,07	0,000343	0,13608	0,9	5,791	0,7092	B ₈₀
43	0,11	0,001331	0,19100	0,9	5,791	0,9954	B ₈₀
44	0,19	0,006859	0,28778	0,9	5,791	1,4998	M _P
45	0,07	0,000343	0,13608	0,9	5,791	0,7092	M _P
46	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	M _P
47	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	M _P
48	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	M _P
49	0,28	0,021952	0,38491	0,9	5,791	2,0061	M _P
50	0,18	0,005832	0,27634	0,9	5,791	1,4402	M _P
51	0,23	0,012167	0,33212	0,9	5,791	1,7309	M _P
52	0,10	0,001	0,17782	0,9	5,791	0,9268	M _P
53	4,71	104,4871	3,19716	0,9	5,791	16,663	M _K
54	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	M _P
55	2,08	8,998912	1,73199	0,9	5,791	9,0270	M _K
56	0,77	0,456533	0,82199	0,9	5,791	4,2841	M _P
57	0,22	0,010648	0,32123	0,9	5,791	1,6742	M _P
58	5,80	195,112	3,73741	0,9	5,791	19,479	K _B
59	0,58	0,195112	0,66461	0,9	5,791	3,4639	K _B

B_{40,...}: 40 cm çapındaki büzler

B_{60,...}: 60 cm çapındaki büzler

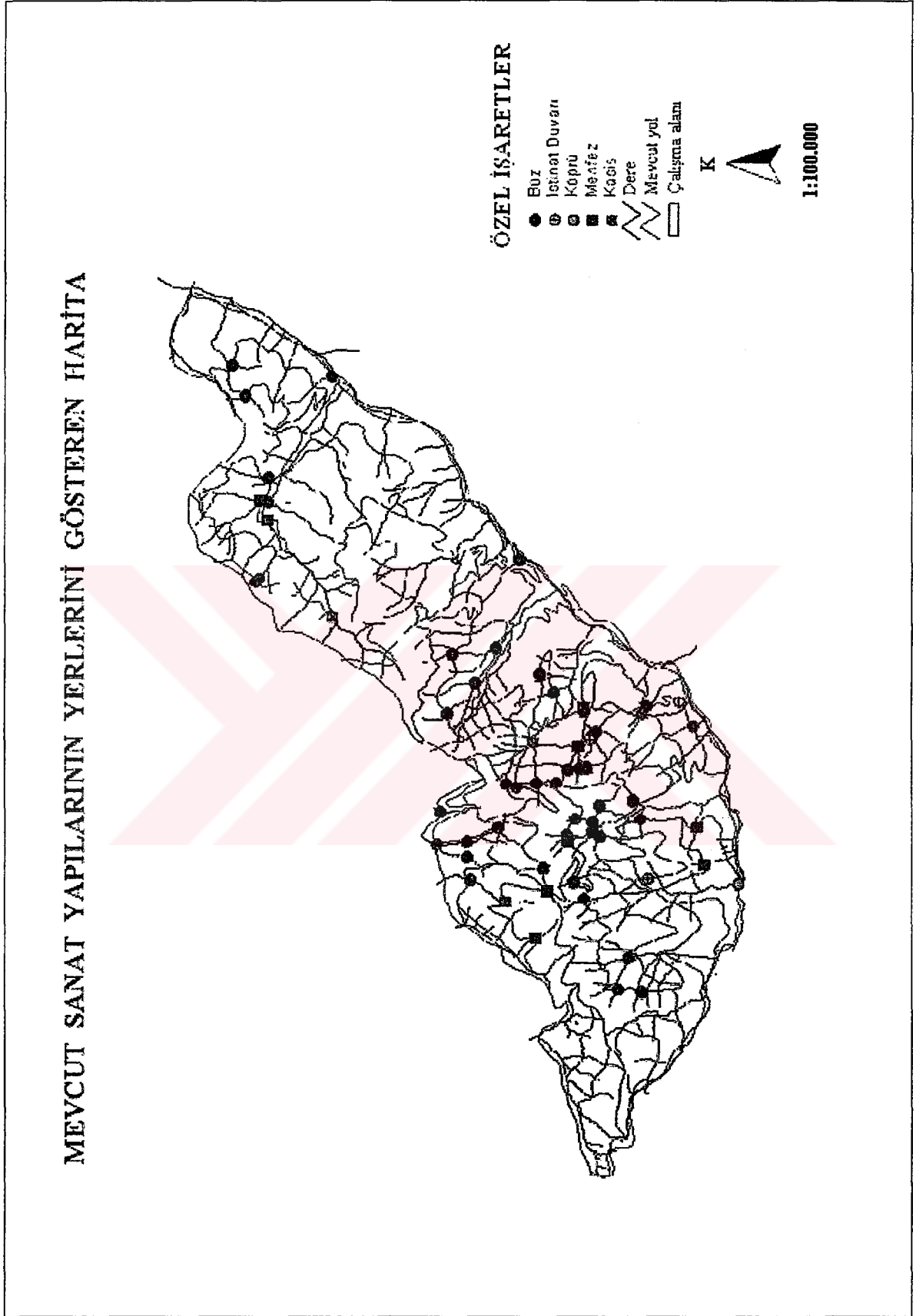
B_{80,...}: 80 cm çapındaki büzler

M_{P,...}: Plak menfezler

M_{K,...}: Kutu menfezler

K_{B,...}: Betonarme köprüler

Mevcut sanat yapıları içerisinde kasisler ve istinat duvarlarının kesit alanı belirlenemediği için bu tabloya konulmamıştır. Burada Tablot formülüne göre hesaplanan kesit alanlarının yapılan sınıflandırmaya ($< 1 \text{ m}^2$ 'den dairesel kesitli büz veya küçük menfez, $1-2 \text{ m}^2$ arasında olanlar sepetkulplü büz kasis, $2-8 \text{ m}^2$ arasında olanlar büyük menfez büzlü kasis ve $> 8 \text{ m}^2$ 'den olanlar köprü) uygun olup olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 37. Mevcut sanat yapılarının yerlerinin gösterilmesi

3.2.3. Yapılması Planlanan Sanat Yapılarının Kesit Alanları

Hidrolik sanat yapısı ihtiyacı olan havza alanları ile yerlerinin dağılımını gösteren harita Şekil 38'de verilmiştir. Buna göre yapılması gereken sanat yapısı tipleri Tablo 29'daki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 29. Araziye uygun hidrolik sanat yapılarının seçimi

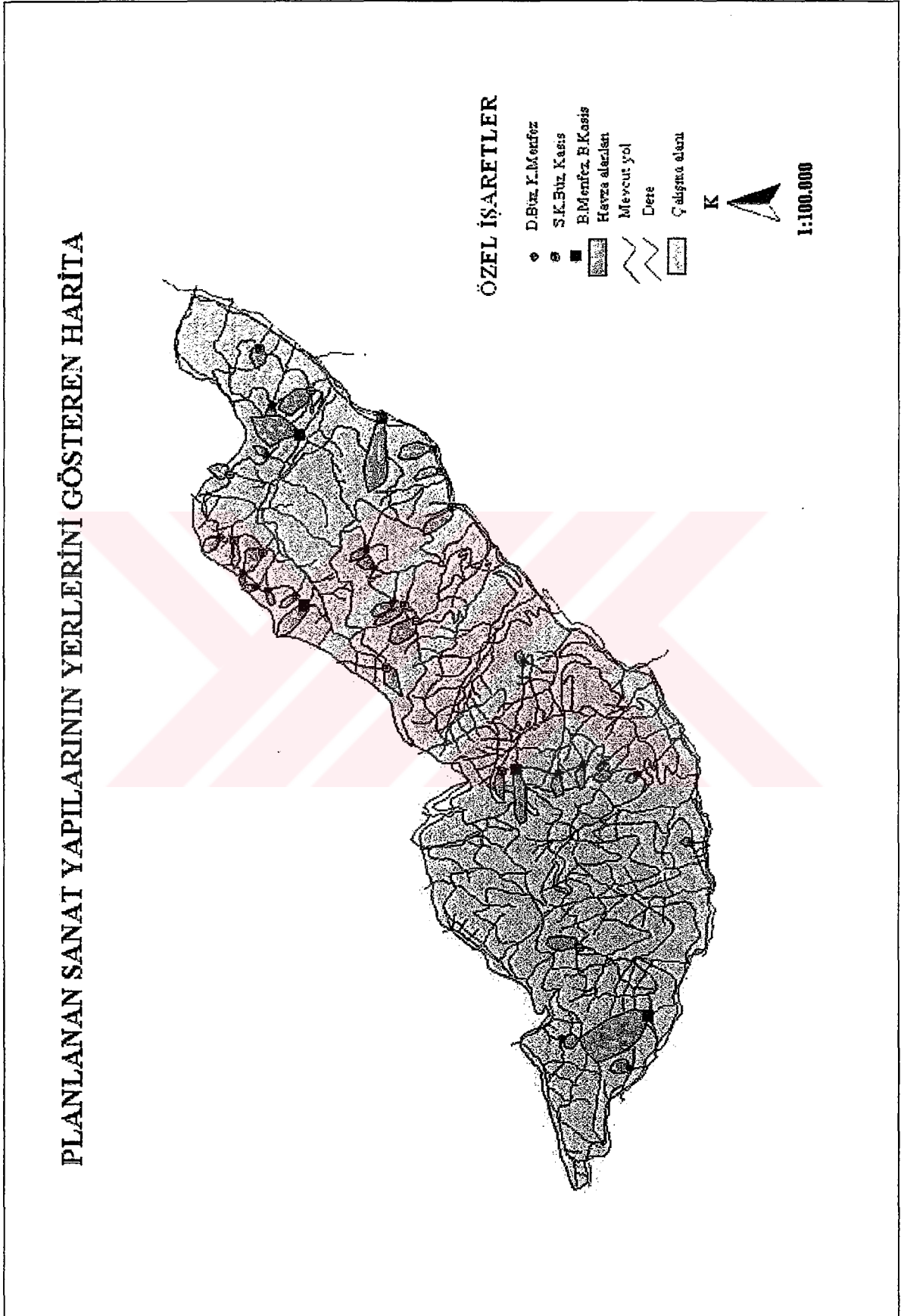
Alan No	A (Km ²)	A ³	⁴ √A ³	C	Sabit Katsayı (5,791)	S=5,791*C* ⁴ √A ³ 5*4*3 (m ²)	*Planlanan Sanat Yapısı Tipi
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,21	0,009261	0,31021	0,9	5,791	1,6168	Sepet Kulp. Büz, Kasis
2	0,08	0,000512	0,15042	0,9	5,791	0,7839	D.Büz, Küçük Menfez
3	0,12	0,001728	0,20388	0,9	5,791	1,0626	Sepet Kulp. Büz, Kasis
4	1,24	1,906624	1,17507	0,9	5,791	6,1243	Büyük Menfez, B.Kasis
5	0,19	0,006859	0,28778	0,9	5,791	1,4998	Sepet Kulp. Büz, Kasis
6	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	D.Büz, Küçük Menfez
7	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	D.Büz, Küçük Menfez
8	0,08	0,000512	0,15042	0,9	5,791	0,7839	D.Büz, Küçük Menfez
9	0,02	0,000008	0,05318	0,9	5,791	0,2771	D.Büz, Küçük Menfez
10	0,09	0,000729	0,16431	0,9	5,791	0,8564	D.Büz, Küçük Menfez
11	0,1	0,001	0,17782	0,9	5,791	0,9268	D.Büz, Küçük Menfez
12	0,31	0,029791	0,41545	0,9	5,791	2,1652	Büyük Menfez, B.Kasis
13	0,13	0,002197	0,21649	0,9	5,791	1,1283	Sepet Kulp. Büz, Kasis
14	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	D.Büz, Küçük Menfez
15	0,17	0,004913	0,26475	0,9	5,791	1,3791	Sepet Kulp. Büz, Kasis
16	0,27	0,019683	0,37456	0,9	5,791	1,9521	Sepet Kulp. Büz, Kasis
17	0,15	0,003375	0,24102	0,9	5,791	1,2562	Sepet Kulp. Büz, Kasis
18	0,12	0,001728	0,20388	0,9	5,791	1,0626	Sepet Kulp. Büz, Kasis
19	0,09	0,000729	0,16431	0,9	5,791	0,8564	D.Büz, Küçük Menfez
20	0,07	0,000343	0,13608	0,9	5,791	0,7092	D.Büz, Küçük Menfez
21	0,28	0,021952	0,38491	0,9	5,791	2,0061	Büyük Menfez, B.Kasis
22	0,06	0,000216	0,12123	0,9	5,791	0,6318	D.Büz, Küçük Menfez
23	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	D.Büz, Küçük Menfez
24	0,04	0,000064	0,08944	0,9	5,791	0,4661	D.Büz, Küçük Menfez
25	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	D.Büz, Küçük Menfez
26	0,19	0,006859	0,28778	0,9	5,791	1,4998	Sepet Kulp. Büz, Kasis
27	0,08	0,000512	0,15042	0,9	5,791	0,7839	D.Büz, Küçük Menfez
28	0,12	0,001728	0,20388	0,9	5,791	1,0626	Sepet Kulp. Büz, Kasis
29	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	D.Büz, Küçük Menfez
30	0,19	0,006859	0,28778	0,9	5,791	1,4998	Sepet Kulp. Büz, Kasis

Tablo 29'un devamı

31	0,11	0,001331	0,19100	0,9	5,791	0,9954	D.Büz, Küçük Menfez
32	0,22	0,010648	0,32120	0,9	5,791	1,6742	Sepet Kulp. Büz, Kasis
33	0,68	0,314432	0,74882	0,9	5,791	3,9028	Büyük Menfez, B.Kasis
34	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	D.Büz, Küçük Menfez
35	0,13	0,002197	0,21649	0,9	5,791	1,1283	Sepet Kulp. Büz, Kasis
36	0,05	0,000125	0,10573	0,9	5,791	0,5510	D.Büz, Küçük Menfez
37	0,49	0,117649	0,58566	0,9	5,791	3,0524	Büyük Menfez, B.Kasis
38	0,03	0,000027	0,07208	0,9	5,791	0,3756	D.Büz, Küçük Menfez

*Planlanan Sanat Yapısı: Kesit alanı itibariyle olabilecek hidrolik sanat yapısı tipi

Bu tabloya göre, 38 havza alanı üzerinde yapılan çalışma sonucu; 20 yerde dairesel büz yada küçük menfez, 13 yerde sepetkulplü büz yada kasis, 5 yerde büyük menfez yada büzlü kasis yapılması uygun bulunmuştur. Bu tanımlama şu kriterlere göre yapılmıştır. Kesit alanı itibariyle; 1 m²'den küçük olanlar dairesel kesitli büz yada küçük menfez, 1-2 m² arasında olanlar sepetkulplü büz yada kasis, 2-8 m² arasında olanlar büyük menfez yada büzlü kasis ve 8 m²'den büyük olanlar ise köprü diye sınıflandırılmıştır.



Şekil 38. Planlanan hidrolik sanat yapılarını ve havzaları gösteren harita

4. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde, Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanı yol ağı planı üzerinde yapılan sanat yapılarının değerlendirilmesi ve yapılan ilaveler ile optimal sanat yapısının oluşturulmasına ilişkin olarak elde edilen bulguların tartışılması yapılacaktır.

4.1. Kartoğrafik Değerlendirme Sonuçlarının Tartışılması

Kartoğrafik modelleme ile bir araziye ait bilgilerin kullanım amacına göre sunulması ve bu bilgilerin çeşitli sorgulamalarda kullanılması imkan dahilindedir [13]. Bu çalışmada orman yolları sanat yapılarının arazi üzerindeki dağılımlarının belirlenebilmesi için sayısal kartoğrafik haritalar düzenlenmiştir.

Araziye ait verilerin bu şekilde ilişkilendirilmesi ve kullanılması ancak coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılmasıyla kolayca yapılabilmektedir. Bu bilgilerin klasik haritalar üzerinde gösterimi ve değerlendirilmesi son derece güç hatta mümkün olmayan bir işlemdir.

Sayısal arazi modeli ürünü olarak elde edilen eğim haritası katmanına ait veritabanı bilgilerinin sorgulanması sonucunda elde edilen veriler bulgular kısmında açıklanmıştır.

Çalışma alanının % 71,38'i % 58-100 eğim grubu, % 12,95'i % 9-58 eğim grubunda ve % 15,67'si ise % 0-9 eğim grubu arasındadır. Yamaç eğiminin yol yapım ve bakım aşamasında önemi büyüktür.

Yamaç eğiminin artması, kazı ve dolduru hacimlerinin artmasına neden olmakta, şev stabilitesinin sağlanması güçleşmektedir. Eğimin fazla olduğu yerlerdeki aşırı kazı ve doldurularda, şev yüzeyi ile yamaç yüzeyinin kesişmesi çok uzak noktalarda olmaktadır. Bu kadar kazı ve doldurunun yapılması imkansız olduğu için istinat duvarlarının yapılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu da yol yapımının ekonomik ve güvenlik açısından olumsuz etkilenmektedir.

Orman yollarında güneşlenme oldukça önemlidir. Yolların yağışlardan sonra hızla kurumaması bakım masraflarını son derece azaltmaktadır. Bakı faktörü, güneşli bakılar (güney, güneydoğu, güneybatı), gölgeli bakılar (kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı) ile doğu ve batı bakılar olarak değerlendirilmiştir.

Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanının % 26,12'si gölgeli bakılarda, % 27,12'si güneşli bakılarda ve % 31,09'u da doğu ve batı bakılarda yer almaktadır. Güneşli bakılardaki yan dere sayısı daha fazla olduğu için hidrolik sanat yapılarının daha fazla sayıda yapıldığı gözlenmiştir. Bu da güneşli bakılardaki orman yollarının daha sağlam ve dayanıklı olduğu gerekliliği kendini göstermektedir.

4.2. Mevcut Sanat Yapılarına Ait Özelliklerin Tartışılması

Mevcut sanat yapılarından 43 adedi büz olup bunların; 25 adedi dairesel kesitli büz, 18 adedi de sepet kulplu büz olarak tespit edilmiştir. Dairesel kesitli büzlerin 9 adeti 40 cm çapında, 9 adeti 60 cm çapında ve 7 adeti de 80 cm çapındadır. Sepetkulplu büzlerin tamamı 80 cm çapındadır.

Literatüre göre orman yollarında 40 cm çaplı büz kullanılmaması gerekmektedir. Bunların kullanılmasından dolayı kırılmalar ve tıkanmalar meydana gelmiştir. Ayrıca büzlerin araziye uygun yerleştirilmediği tespit edilmiştir. Literatüre göre büz eğimlerinin % 2-15 arasında olması gerekmektedir. Büzlerin tıkanmalarının ana nedeni memba tarafının çalılarla, taşlarla ve böğürtlenlerle kapalı olması, mansap taraflarında ise sediment toplanması olmuştur. Genel olarak arazideki büzler incelendiğinde; % 28'inin faaliyette, % 72'sinin ise tıkalı olduğu görülmüştür.

Büz tahribatları, kısmen beton dozu için yeterli miktarda çimento kullanılmayışı ve boyutlandırılmanın yanlış yapılmasından kaynaklanmıştır. Aynı zamanda büz üzerine yeterli kalınlıkta dolgu malzemesinin kullanılmadığı, bir başka deyişle büzlerin yeterli derinliğe yerleştirilmediği de tespit edilmiştir.

Uygun bir hidrolik yapı tercih edilmediği ve uygun eğim verilmediği görülmektedir. Boyuna eğimin uygun olarak verildiği sanat yapılarında taşınan materyalin büzleri tıkanması mümkün değildir. Bu yüzden gerekli ve periyodik bakımlar dikkate alınmalıdır.

Suyun etkisiyle zamanla zemin hizasında oyulma meydana gelmiş ve büz açıkta kalmıştır. Büzün tabanına malzeme serilerek sıkıştırılmadığı ve yol kaplaması ile arasında yeterli derecede dolgu malzemesinin olmadığı görülmektedir. Bu da zamanla kırılmaya neden olmuştur (Şekil 39).



Şekil 39. Büz çıkışında yapı eksikliğinden kaynaklanan tahribat

Mevcut menfezler incelendiğinde; 12 adet plak ve 2 adet kutu menfez olduğu tespit edilmiştir. Menfezlerin % 43'ü tıkalı ve % 57'si faaliyettedir. Tıkanmalar daha çok menfez tabanına uygun eğim verilmediğinden kaynaklanmaktadır.

Kutu menfezler boyutlandırılmalarına uygun olarak yapılmıştır. Plak menfezlerde araçlar doğrudan plaklar üzerinde hareket etmektedir. Bu nedenle dolgu altında kullanılmazlar.

Plak menfezlerin uygun yapılmadığı ve kırılmalar olduğu gözlenmektedir. Buradaki tahribat menfez yapımında beton dozunun yeterli miktarda kullanılmayışı ve boyutlandırılmasının yanlış yapılmasından kaynaklandığı gözlenmiştir. Bu tür tahribatları büyük onarım yada yeniden yapılması ile giderilebilir (Şekil40).



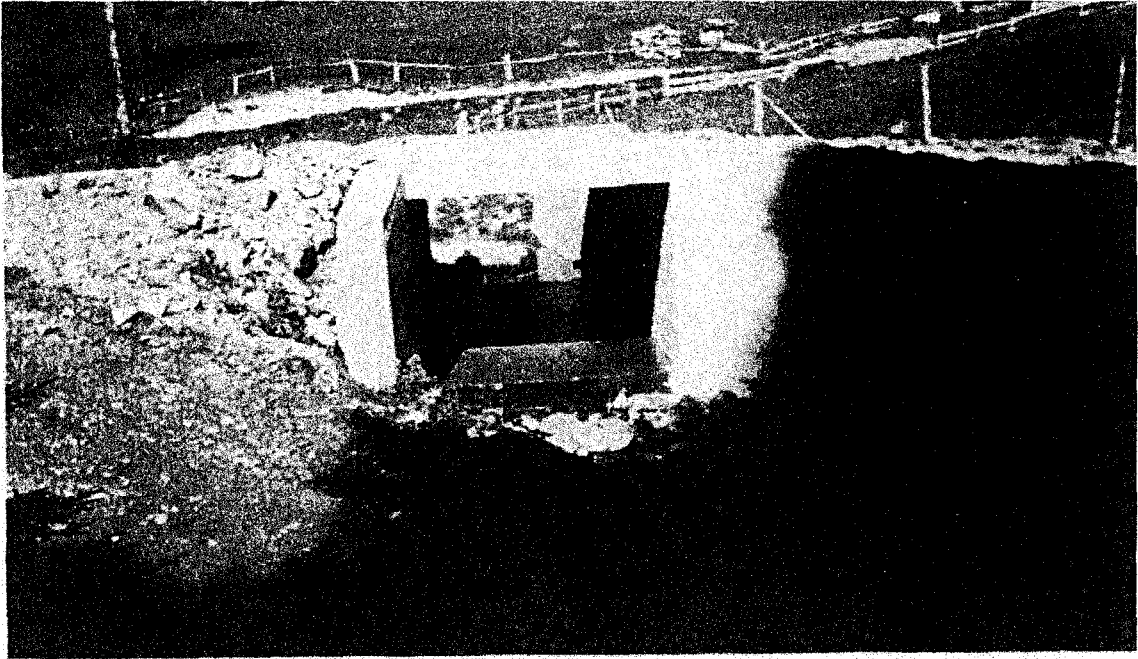
Şekil 40. Tekniğine uygun yapılmamış bir plak menfez

Mevcut kasisler incelendiğinde; toplam 6 adet kasis tespit edilmiş olup bunların 4 adedi 4 yaşında beton kasis ve 2 adedi 60 cm çapında büzlü kasis olup 18 yaşında oldukları belirlenmiştir. Kasislere giriş-çıkış eğimleri ile enine eğimlerin düşük olarak verildiği gözlenmiştir. Bu da sediment malzemesinin kasis üzerinde kalmasına neden olmaktadır (Şekil 41).



Şekil 41. Tekniğine uygun yapılmış bir kasis

Mevcut köprüler incelendiğinde; toplam 2 adet betonarme köprü tespit edilmiş olup, birinin 3 yaşında ve diğerinin 18 yaşında olduğu belirlenmiştir. Aşağıda görülen şekil köprü olarak kayıtlara geçmiş bulunmakta ancak köprü özelliklerini taşımamaktadır. Çünkü üzerinde plak olmayıp serbest açıklığı yetersizdir (Şekil 42).



Şekil 42. Tekniğine uygun yapılmamış bir köprü

Mevcut istinat duvarları incelendiğinde; toplam 6 adet istinat duvarı tespit edilmiştir. Bunların 4'ü harçlı taş duvar, 1'i beton duvar ve diğerinin de kuru taş duvar olarak inşa edildiği belirlenmiştir.

İstinat duvarları çevresinde alınacak drenaj önlemlerinin yeterli olması duvarın ömrü açısından çok önemlidir. İstinat duvarları çevresinde drenaj önlemleri alınmamıştır. Bölge yüksek eğimli ve yağışlı bir alan olduğundan bu durum daha da önemlidir.

Şev eğiminin yüksek oluşu nedeniyle yol içine düşmeye başlayan iri materyaller ve toprak kayması yolun yapım ve güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Yola düşen iri materyaller ulaşımı engelleyip, kazalara neden olabilmektedir (Şekil 43).



Şekil 43. Bir yolda istinat duvarı eksikliği



Şekil 44. Drenaj eksikliğinden kaynaklanan yol yüzeyi bozukluğu

Şekil 44'deki görüntüde biriken yağmur sularının akıtılması için herhangi bir işlem yapılmamış, aksine yapay dere oluşturularak ve kenarlarda yüksek yığınlar bırakılarak adeta erozyona ve tahribata teşvik edilmiştir. Bunun sonucunda tahribat ve oyuntu meydana gelmiş, bu da geçici çözüm olarak şekilde görülen taşlarla giderilmeye çalışılmıştır. Sonuçta hem güvenliği olmayan bir yol hem de drenaj eksikliği görülmektedir.

Bu çalışmada; kısa sürede tahrip olan ve her yıl büyük oranda bakım ve onarım gerektiren orman yollarında sanat yapısı ihtiyacı araştırılmış, mevcut sanat yapıları ve boyutları, yapım tekniği ve bakım yönlerinden incelenmiştir. Sanat yapısı eksikliklerinin giderilmesiyle, yol yapımından kaynaklanan çevreye zarar en aza indirilmekte, yolların uzun ömürlü olması sağlanmakta ve bu da yol bakım ve onarım giderlerini azaltmaktadır.

4.3. Mevcut Sanat Yapılarının Teknik Açidan Tartışılması

Sanat yapısı yapılmış ve koordinatları alınmış olan 59 havza alanı üzerinde yapılan çalışma sonucu 43 yerde büz, 14 yerde menfez ve 2 yerde köprü yapılmış olduğu tespit edilmiştir.

Bu 59 havzada tekniğine uygun olarak yapılması gereken sanat yapısı 26 yerde dairesel kesitli büz yada küçük menfez, 16 yerde sepet kulplu büz yada kasis, 14 yerde büyük menfez yada büzlü kasis ve 3 yerde de köprü yapılması uygun bulunmuştur. Yani mevcut sanat yapılarının sayısı ve yeri doğru ancak tipi ve boyutları yanlıştır (Tablo30).

Tablo 30. Mevcut sanat yapılarının tekniğine uygun olarak planlanması

No	A (Km ²)	S (m ²)	Tekniğine Uygun Sanat Yapıları	No	A (Km ²)	S (m ²)	Tekniğine Uygun Sanat Yapıları
1	0,04	0,4661	D.Büz, K.Menfez	31	0,38	2,5225	B.Menfez, B.Kasis
2	0,14	1,1928	Sepet K., Kasis	32	0,50	3,0990	B.Menfez, B.Kasis
3	0,01	0,1648	D.Büz, K.Menfez	33	0,16	1,3185	Sepet K., Kasis
4	0,04	0,4661	D.Büz, K.Menfez	34	0,19	1,4998	Sepet K., Kasis
5	0,08	0,7839	D.Büz, K.Menfez	35	0,25	1,8426	Sepet K., Kasis
6	0,11	0,9954	D.Büz, K.Menfez	36	0,41	2,6704	B.Menfez, B.Kasis
7	0,05	0,5510	D.Büz, K.Menfez	37	0,22	1,6742	Sepet K., Kasis
8	0,26	1,8976	Sepet K., Kasis	38	0,28	2,0061	B.Menfez, B.Kasis
9	0,24	1,7871	Sepet K., Kasis	39	0,12	1,0626	Sepet K., Kasis
10	0,09	0,8564	D.Büz, K.Menfez	40	0,05	0,5510	D.Büz, K.Menfez
11	0,55	3,3286	B.Menfez, B.Kasis	41	0,02	0,2771	D.Büz, K.Menfez
12	0,24	1,7871	Sepet K., Kasis	42	0,11	0,9954	D.Büz, K.Menfez
13	0,14	1,1928	Sepet K., Kasis	43	0,07	0,7092	D.Büz, K.Menfez
14	1,26	6,1983	B.Menfez, B.Kasis	44	0,22	1,6742	Sepet K., Kasis
15	0,86	4,6544	B.Menfez, B.Kasis	45	0,19	1,4998	Sepet K., .Kasis
16	0,11	0,9954	D.Büz, K.Menfez	46	0,07	0,7092	D.Büz, K.Menfez
17	0,09	0,8564	D.Büz, K.Menfez	47	0,03	0,3756	D.Büz, K.Menfez
18	0,15	1,2562	Sepet K., Kasis	48	0,03	0,3756	D.Büz, K.Menfez
19	0,13	1,1283	Sepet K., Kasis	49	0,04	0,4661	D.Büz, K.Menfez
20	0,46	2,9111	B.Menfez, B.Kasis	50	0,28	2,0061	B.Menfez, B.Kasis
21	0,09	0,8564	D.Büz, K.Menfez	51	0,18	1,4402	Sepet K., Kasis
22	0,03	0,3756	D.Büz, K.Menfez	52	0,23	1,7309	Sepet K., Kasis
23	0,08	0,7839	D.Büz, K.Menfez	53	0,10	0,9268	D.Büz, K.Menfez
24	0,02	0,2771	D.Büz, K.Menfez	54	4,71	16,663	Köprü
25	0,05	0,5510	D.Büz, K.Menfez	55	0,05	0,5510	D.Büz, K.Menfez
26	0,34	2,3206	B.Menfez, B.Kasis	56	2,08	9,0270	Köprü
27	0,01	0,1648	D.Büz, K.Menfez	57	0,77	4,2841	B.Menfez, B.Kasis
28	0,60	3,5531	B.Menfez, B.Kasis	58	5,80	19,479	Köprü
29	0,03	0,3756	D.Büz, K.Menfez	59	0,58	3,4639	B.Menfez, B.Kasis
30	1,16	5,8255	B.Menfez, B.Kasis				

4.4. Planlanan Sanat Yapılarına Ait Bulguların Tartışılması

Akarsu yatakları, orman yollarının geçişinde sanat yapıları gerektiren alanlardır. Orman yolu sanat yapıları, yol maliyetini artıran en önemli gider kalemlerinden biridir. Çalışma alanını kapsayan Doğu Karadeniz yöresinde yapılan bir araştırmaya göre orman yolu sanat yapıları ile orman yollarının maliyetleri arasında, 1m uzunluğundaki köprü yerine 150 m yol yapılabilirdiği ortaya konulmuştur [14].

Bu nedenle orman yolları güzergahlarının belirlenmesi sırasında bu gibi drenaj problemi olan yerlere zorunluluk halleri dışında girilmemesi gerekir. Sanat yapısı ihtiyacının belirlenmesi ve gerekli sanat yapısı tipinin kararlaştırmak amacıyla ilgili incelemeler yapılmış ve planlanan sanat yapısı tipi belirlenmiştir.

Buna göre çalışma alanı içerisinde bulunan ve yeni yol yapılması planlanan 38 havza alanı üzerinde yapılan çalışma sonucu; 20 yerde dairesel kesitli büz yada küçük menfez, 13 yerde sepet kulplu büz yada kasis, 5 yerde büyük menfez yada büzlü kasis yapılması uygun bulunmuştur.

Maçka yöresinde 1989 yılında yaşanan sel felaketlerinde 150 ve 157 kod nolu yolların 11+550 km'si tahrip olmuştur [59]. Bu sonuç da orman yollarının planlanmasında akarsu yataklarının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

5. SONUÇLAR

Orman yollarında kullanılacak sanat yapılarının tipinin seçimi ve boyutlandırılması, bu yolların uzun süre nakliyata hizmet verebilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Planlamadan yapım aşamasına kadar büyük masrafları gerektiren bir orman yol ağı, söz konusu sanat yapılarının hatalı tip ve boyutlarda yapılması sonucu hizmet dışı kalabilmektedir.

Bu tür olumsuzluklarla karşılaşılmasını için yol ağı planları ile birlikte alt yapı için gerekli olan sanat yapılarının yerlerinin ve niteliklerinin sağlıklı olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada halihazırda (Yeşiltepe Orman İşletme Şefliğinde) kullanılmakta olan sanat yapılarının doğru yerde yapılıp yapılmadıkları, sayısının ve tipinin uygun olup olmadığı tespit edilerek klasik yöntemlerle yapılmış bu pahalı yapıların Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak ve hidrolik hesaplar yapılarak yerlerinin, tipinin ve sayısının belirlenmesi ile bir karşılaştırılma yapılmıştır. Yani mevcut olanlara dayanarak gelecekteki sanat yapısı yerlerinin belirlenmesine ilişkin bir planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin nasıl bir karar destek sistemi olacağı vurgulanmıştır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi sonucu Coğrafi Bilgi Sistemleri ile üretilen Sayısal Arazi Modelleri yardımıyla bir çok analiz kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde sayısal arazi modelleri yardımıyla klasik yöntemlerle yapımı çok zor olan hatta yapılamayan eğim ve bakı haritaları yapımı ve kullanımı ile alan hesapları kolaylıkla yapılmıştır.

Bilgisayar ortamında sayısal olarak depolanan bilgiler, ayrı katmanların birleştirilmesi ile bir çok bilgi aynı katman üzerinde toplanabilir. Bu sayede klasik haritalarda hiçbir zaman değerlendirilemeyecek kadar çok bilgi tek bir sayısal haritadan okunarak birlikte değerlendirilebilir. Ayrıca oluşturulan veri tabanı ile bir çok sorgulama yapılarak istenen değerler hesaplanabilir.

Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği alanının % 71,38'lik büyük bir kısmının sarp olarak nitelenen eğim grubu içerisinde kaldığı, % 15,67'si düz alanlar ve % 13,95'i orta, çok, dik ve çok dik eğim grubu içerisinde kaldığı bulunmuştur. Araştırma alanının % 26,12'si gölgeli bakılarda, % 31,09'u doğu-batı bakılarda ve % 27,12'si de güneşli bakılardadır.

Mevcut sanat yapılarının 27 adedi gölgeli bakılarda, 9 adedi doğu-batı bakılarda ve 35 adedi de güneşli bakılarda olduğu tespit edilmiştir. Orman yolları üzerinde yapılan inceleme sonucu sanat yapılarının % 65'inin tamamlanmış olduğu belirlenmiştir. Buna göre mevcut 71 adet sanat yapısı vardır. Bunlardan 43'ü büz, 14'ü menfez, 2'si köprü, 6'sı kasis ve 6'sı da istinat duvarıdır. Mevcut hidrolik sanat yapılarının % 27'sinin faaliyette, % 73'ünün de kapalı olduğu tespit edilmiştir. Bu sanat yapılarının yerleri doğru fakat tipleri yanlıştır. Ancak Coğrafi Bilgi Sistemleri ile yapılan araştırmamızda, tekniğine uygun olarak yapılmayan bu sanat yapılarının tipi ve sayıları; 26 adedi dairesel kesitli büz veya küçük menfez, 16 adedi sepet kulplu büz veya kasis, 14 adedi büyük menfez veya büzlü kasis ve 3 adedi de köprü olması gerekmektedir. Mevcut orman yollarındaki istinat duvarları ve kasislerin yerleri ve tipi doğrudur.

Ayrıca planlanan ancak henüz yapılmamış olan orman yollarına ait sanat yapısı tipi ve sayısı; 20 yerde dairesel kesitli büz veya küçük menfez, 13 yerde sepet kulplu büz veya kasis, 5 yerde büyük menfez veya büzlü kasis yapılması gerekir. Buna göre gelecekte havza alanı hesabı ve sanat yapısı tipini belirlemede Coğrafi Bilgi Sistemleri bu amaçlı kullanılabilir.

Mevcut sanat yapıları gerek yapım tekniği ve gerekse bakım yönünden incelenmiştir. Bunun sonucunda, sanat yapılarının boyutlandırılmasının uygun olmadığı, yapım ve bakım tekniği bakımından bazı eksiklikler olup hendeklerin yapılmamış olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, GIS-GPS tekniğinden de yararlanılarak bir çok yerde sanat yapısı eksikliği, mevcut sanat yapılarının da yapım ve bakımıyla ilgili problemler olduğu tespit edilmiştir.

6. ÖNERİLER

Öncelikle sanat yapıları tipleri, fonksiyonları ve boyutlandırılmaları ile ilgili yeterli bilgi sahibi olunmalı, önemi iyi kavranmalıdır. Orman yollarında sanat yapısı ihtiyacı her bir havza için teker teker ele alınarak belirlenmelidir. İlgili işlem ve hesaplamalar sonucu sanat yapısı tipi belirlenmeli, boyutlandırılması yapılmalıdır.

Sanat yapılarının uzun yıllar işlevlerini yitirmemesi için standartlara uygun olmasına özen gösterilmeli, mümkün olduğunca dayanıklılık testleri yapılmalıdır. Hasar görmüş veya fonksiyonunu kaybetmiş sanat yapılarında arıza ve eksikliğin kaynağı araştırılarak düzeltilmeli, daha sonraki plan ve inşaa aşamalarında ise aynı hataların tekrarlanmamasına dikkat edilmelidir.

Yan dere ve kuru derelerin kestiği yamaç yolları üzerinde sanat yapıları kesinlikle gereklidir. Sürekli yağışların fazlaca görüldüğü bu bölgede taşıntı materyalinin orman yolunu tahribini ve sanat yapılarının tıkanmasını önlemek için basamaklı beton kasisler bölge için en uygun sanat yapısı olarak görülmektedir. Büz ve menfez çıkışlarındaki sediment toplanması önlenmelidir. Yamaç eğiminin fazla olduğu yerlerde planlama yapılırken, yol güzergahı mümkün olduğunca sıfır hattını takip etmelidir. Dolgulardan kaçınmalı, kazıya ağırlık verilmelidir. Gereкли yerlerde materyal hareketlerini engellemek için mutlaka istinat duvarları yapılmalıdır.

Zeminin taşıma gücü üzerinde olumsuz etkileri bulunan zemin su miktarının, kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu nedenle yerüstü ve yer altı sularının yola zara vermeden uzaklaştırılması için iyi bir drenaj sistemi oluşturulmalıdır. Bölgenin yağış durumuna göre gerekli yerlere ek drenaj sistemleri planlanmalıdır.

Yapımı tamamlanmış sanat yapılarının uzun yıllar hizmet edebilmesi için periyodik bakımları aksatılmamalıdır. Hidrolik sanat yapıları ilkbaharda, taşıma mevsiminin sonunda olmak üzere yılda iki defa kontrol edilerek temizlenmelidir. Sanat yapısı eksikliğinden kaynaklanan arızaların giderilmesi için yolların bakım ve onarımıyla ilgili daha fazla masraf yapıldığı unutulmamalı ve bu konu üzerinde fazlaca durulması sağlanmalıdır. Bu konuda ilgili yerlerin dikkati çekilmeli ve konunun özellikle ülkemiz için önemi ortaya konulmalıdır.

lke düzeyinde bilgisayar ve özellikle Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisini yaygınlaştırmak amacıyla Orman Bakanlığı bünyesinde, İşletme Müdürlükleri ve İşletme Őeflikleri düzeyinde meslek içi eğitim seminerleri düzenlenerek, bilgisayar kullanımı yaygınlaştırılmalı, bir bilgisayar ağı kurulmalıdır.

Bu sayede orman yollarına yapılan tüm müdahaleler anında bilgisayar ortamına girilerek orman yollarının güncel durumunu ve zaman içindeki değişimini ortaya koyabilecek bir yapı geliştirilmelidir.



7. KAYNAKLAR

1. Erdaş, O., Acar, H.H., Tunay, M., ve Karaman, A ., Türkiye'deki Orman İşçiliği ve Üretim, Orman Yolları, Orman Ürünleri Transportu, Ormancılıkta Mekanizasyon ve Mülkiyet – Kadastro ile İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Türkiye Ormancılık Raporu, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No:48, Trabzon, 1995.
2. Bayoğlu, S., Seçkin, Ö.B., Tarım Traktörleri ve Ormancılıkta Yararlanma İmkanları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt 34, Sayı 1, 1984, Sayfa 102-124.
3. Bayoğlu, S., Seçkin, Ö.B., Türkiye'de Orman Yolu Yapım Çalışmaları ve Sağladığı Yararlar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:2882/307, İstanbul, 1981.
4. Aykut, T., Şentürk, N., ve Demir, M., Cumhuriyetimizin 75. Yılında Orman Yollarının Durumu, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23, Ekim. 1998, İstanbul, Cilt 2, Sayfa 54-63.
5. Aykut, T., Demir, M., Ormancılıkta Mekanizasyon İstekleri, Koşulları, Faydaları ve Türkiye'de Üretim Mekanizasyonunun Durumu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt 46, Sayı 1-2-3-4, 1996, Sayfa 98-99.
6. OGM, Orman Yollarının Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yönetilmesi Hakkında, 202 Sayılı Tebliğ No:8882, Ankara, 1967.
7. OGM, Orman Yollarının Planlanması ve İnşaat İşlerinin Yürütülmesi, 202 Sayılı Tebliğ, Ankara, 1984.
8. Bayoğlu, S., Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları, İ.Ü. Basım Evi ve Film Merkezi, İstanbul, 1997.
9. Erdaş, O., Orman Yolları Cilt II, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1997.
10. Koç, Ayhan., Ormancılıkta Coğrafi Bilgi Sistemi, Arc/Info Erdas Kullanıcıları Toplantısı,1995, Ankara.
11. Taştan, H., Bank, E., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler, CBS94 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 1994, Ekim, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Sayfa 33-52, 18-20.
12. Altan, M.O., Toz, F.G., ve Külür, S., Bilgi Sistemlerindeki Gelişmeler ve Fotogrametri, Coğrafi Bilgi Sempozyumu, 1996, Eylül , İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 63-69.
13. Gümüş, S., Orman Yol Geçkilerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yararlanma İmkanları Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.

14. Erdaş, O., Orman Yollarının Planlanması Yönünden Köprüler ve Tabliyeli Menfezler, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, 1981, Sayfa 121-128.
15. FAO., Planning Forest Roads and Harvesting Systems, Forestry Paper 2, ISBN 92-5-100407-2, 148 p, Rome, 1977.
16. Packer, P.E.: Christensen, G.F.: Guides for Controlling Sediment from Secondary Logging Roads, USDA Forest Service, 42p, 1977.
17. Cook, J.R.; Younger, J.S. The Engineering Geology of Road Projects in North Borneo, Planing and Engineering Geology, Proceeding of The 22nd Annual Conference of The Engineering Group of The Geological Society, 1986, 419-428.
18. Clayton, J.L. Evaluating Slope Stability Prior to Road Construction, Research Paper- Forest Service, No:307, 1983.
19. Fırat, Ç., Ulukan, B. ve Aksoy, S., Karayollarında Şev Kaymaları ve Önlemler, Türkiye 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu, 1991, Kasım, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Sayfa 72-83.
20. Demir, M., Orman Yollarında Drenaj Problemi ve Çözüm Yolları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt:48, Sayı 1-2-3-4, 1998, Sayfa 85-92.
21. Tavşanoğlu, F., Orman Yollarında Suların Yol Üstü Açık Ahşap Tesislerle Akıtılması Problemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:11, Sayı:1, 1961, Sayfa.28-341.
22. Ochi, S., Tsuju, K., ve Tasaka, T., Studies on the Forest Use Planning Method Using GIS(I)- Evaluation for the Road Density and Skidding Distance-, Bulletin of the Utsunomiya University Forests, 31, (1995), 7-13.
23. Bayoğlu, S., Hasdemir, M., Orman Yollarında Tesis Edilen Küçük Hidrolik Sanat Yapılarının Seçimi ve Boyutlandırılması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 41, Sayı 3-4, 1991, Sayfa.17-38.
24. Acar, H.H., Orman Yollarında Sanat Yapısı İhtiyacının Araştırılması, Özel Çalışma, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2000, Yayınlanmadı.
25. Acar, H.H., Gümüş, S., Dağlık Arazide Orman Yolu Sanat Yapısı İhtiyacının Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, V. Esri ve Erdas, Kullanıcıları Toplantısı, <http://www.islem.com.tr/>, 8. s, 11-12 Nisan 2003, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
26. Şentürk, N., Orman Yollarının Planlanmasında Sayısal Verilerden Yararlanma Olanakları, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1992.
27. Hasdemir, M., Demir, M., The Condition and Evaluation of Forest Roads in Turkey, The Third Balkan Scientific Conference, 02-06 October 2001, Sofia, Bulgaria.

28. Ö.İ.K. Raporu, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayın No:2531, Ö.İ.K, Yayın No:547, Ankara, 2001.
29. T.C. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı, YSE Genel Müdürlüğü, Yol Bilgisi, Yayın No: 55, Yayın Tanıtma Müdürlüğü, Ankara, 1984.
30. Özçelik, N. , Sanat Yapıları, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1982.
31. Tavşanoğlu, F. , Orman Transpot Tesisleri ve Taşıtları, Sermet Matbaası, İstanbul, 1973.
32. Umar, F. , Yayla, N. , Yol İnşaatı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1972.
33. Seçkin, Ö.B., Orman Yollarında Drenaj, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 28, Sayı 1,1967, Sayfa. 149-165.
34. Seçkin, Ö.B., Peyzaj Yapıları II, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1997.
35. Bill, R., Fritsch, D., Geo-informationssysteme, Band 1,Hardware, Software und Daten, Herbert Wichman Gmbh, ISBN 3-87907-227-2, Karlsruhe.
36. Eker, M. , Acar, H.H., An Assesment on the Utility of GIS Based Decision Mechanism in The Wood Procurement Process Proceeding of GIS 2002 International Symposium on Geographic Information Systems, , 23-26 September, İ.T.Ü., İstanbul, at CD.
37. Star, J., Estes, J., Geographical Information Systems: An Introduction, Prentice Hall, New Jersey, 1990.
38. Devine, H., Field, R., The Gist of GIS, Journal of Forestry , 8, 1986, 17-22.
39. İşlem Şirketler Grubu Türkiye İkinci Arc/Info ve Erdas Kullanıcıları Grubu Toplantısı, 19-20 Mayıs 1995, Ankara, Bildiriler Kitabı, 65-76.
40. Heywood, I., System Selection for Local Authorities: Criteria, Guidelines and Timetabling, Department of Geography, Universtiy of Salford, UK,?.
41. Maguire, D.J., An Overview and Definition of GIS ,In Magurie D.J., Goodchild M, Rhind D (eds), Geographical Information Systems : Principles and Applications, Vol.1, Longman, London, 1991.
42. Mısıır, M., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Amenajmanı Haritalarının Yapımı, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
43. Bank, E., Taştan, H., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, Cilt 11, 1994, Sayfa 112-124.

44. Köse, S., Başkent E.Z., Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Ormancılığımızdaki Önemi, I. Ormancılık Şurası, 1-5 Kasım 1993, Ankara, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt:3, S.195-204.
45. Demirkol, E.Ö., Aydemir, S., Bank, E. ve Taştan, H., Türkiye Ulusal CBS (TUCBS) Projesi, I. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 105-112.
46. Söğüt, H., Tankut, M., Entegrasyona Uygun Coğrafi Veri Tabanı Üzerine Öneriler, I.Ulusal CBS Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 80-95.
47. Başkent, E.Z., Türkiye Ormancılığı İçin Nasıl Bir CBS Kurulmalıdır? Ön Çalışma ve Kavramsal Yaklaşım, Journal of Agriculture and Forestry, 21, 1997, TÜBİTAK, 493-505.
48. Başkent, E.Z., Türkiye Ormancılığında CBS Kurulmasına Yönelik Bir Ön Çalışma ve Kavramsal Yaklaşım, Özel Çalışma, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1996, Yayınlanmadı.
49. Başkent, E.Z., 21. Yüzyıl Ormancılığına Yeni Bir Yaklaşım Sayısal Ormancılık, Güz Yarıyılı Seminerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 1996, Trabzon, Seminer Serisi No:I, 77-84.
50. Anonim, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Yeşiltepe Şefliği, Amenajman Planı, 1984.
51. Türütü, Ö.A., Trabzon İli Hamsiköy Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, K.T.Ü.Basımevi, Trabzon, 1981.
52. Kantarcı, M.D., Doğu Karadeniz Bölgesinde Bölgesel Ekolojik Birimler, I.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23-25 Ekim 1995, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Bildiriler Kitabı, Cilt:3, Sayfa 111-138.
53. Çepel, N., Orman Ekolojisi, 4.Baskı, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1995.
54. Anşin, R., Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Meşcerelerinde Floristik Araştırmalar, Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.Ş., Trabzon, 1979.
55. Altun, L., Maçka Orman İşletmesi Ormanüstü Serisinde Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1995.
56. Çepel, N., Orman Yetiştirme Muhiti Tanıtımının Pratik Esasları ve Orman Yetiştirme Muhiti Haritacılığı, Gençlik Basımevi, İstanbul, 1966.
57. Anonim, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Yeşiltepe Şefliği, Yol Şebeke Planı, 1984.

58. Çepel, N., Orman Ekolojisi, III. Baskı, Gençlik Basımevi, İstanbul, 1998.
59. Acar, H. H., Maçka Orman İşletme Müdürlüğünde 1990 Yılı Sel Felaketi Sonrası Orman Yollarında Oluşan Zararlar ve Bunun Orman Transportu Üzerine Olan Etkileri, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 7, 1993, Sayfa14-17.



ÖZGEÇMİŞ

13 Ocak 1976 tarihinde Arsin'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1994 yılında ÖSYM sınavını kazanarak K.T.Ü. Meslek Yüksek Okulu Harita ve Kadastro Bölümüne girmeyi hak kazandı.

1995 yılında İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. 1999 yılı Temmuz ayında Orman Mühendisi ünvanını alarak mezun oldu. 2000 yılında askerliğini tamamladı. 2001 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

2002 yılı Aralık ayında Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı fakültede görevini yürütmektedir. İngilizce bilmektedir.

