



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN DRENAJ YAPILARININ KESİT VE
YAPIM TEKNİĞİ BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ

Ceyda HİCAZ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman İnşaatı ve Transportu Programı

Ocak, 2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Ceyda HİCAZ tarafından, Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK danışmanlığında hazırlanan "**Orman Yollarında Kullanılan Drenaj Yapılarının Kesit ve Yapım Tekniği Bakımından Uygunluğunun İncelenmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **05/01/2023** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

	İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
ÜYE	Prof. Dr. Burak ARICAK Bursa Teknik Üniversitesi Orman İnşaatı Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
ÜYE	Doç. Dr. Necmettin ŞENTÜRK İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve bilimsel etik kuralları içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve her türlü hukuki sorumluluğu aldığımı kabul ederim.

Ceyda HİCAZ

(İmza)

İTHAF

Aileme ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN DRENJ YAPILARININ KESİT VE YAPIM TEKNİĞİ BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

“ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN DRENAJ YAPILARININ KESİT VE YAPIM TEKNİĞİ BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ” isimli çalışma, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tezin hazırlanması için çalışma olanağı tanıyan ve destek veren değerli hocam Prof. Dr.Tolga ÖZTÜRK’e çok teşekkürlerimi sunarım.

Arazide yapılan ölçüm ve gözlem çalışmalarında imkân sağlayan İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Makine ve İkmal Şube Müdürü Hüseyin DOĞAN’a, Çatalca Orman İşletme Müdür Yardımcısı Sait ÖZKARA’ya, Yalıköy Orman İşletme Şefi Yusuf ERDOĞAN’a ve tüm mesai çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman beni destekleyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayat boyu desteğini esirgemeyen sevgili aileme ve her zaman yanımda olan eşim Muhammet HİCAZ’a, güzel kızlarıma Ceylan’a ve Melek’e sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Ocak 2023

Ceyda HİCAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI.....	ii
BEYAN.....	iii
İTHAF.....	iv
BÜTÇE DESTEKLERİ.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
2.1. ORMAN YOLLARI.....	5
2.1.1. Ana Orman Yolları.....	6
2.1.2. Tali Orman Yolları.....	6
2.2. ORMAN YOLLARININ YAPIM YÖNÜNDEN SINIFLANDIRILASI.....	8
2.2.1. Toprak Yollar.....	8
2.2.2. Stabilize Yollar.....	8
2.2.3. Asfalt Kaplamalı Yollar.....	9
2.2.4. Beton Yollar.....	10
2.3. ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN SANAT YAPILARI.....	10
2.3.1. Orman yolları sanat yapıları.....	11
2.3.2. Hidrolik Sanat Yapıları.....	12
2.4. YOL YÜZEY DRENAJİ.....	15
2.4.1. Dolgu banketleri.....	15

2.4.2. Enine eğim.....	15
2.4.3. Boyuna drenaj	16
2.5. YERALTI DRENAJ SİSTEMLERİ	16
2.6. DRENAJ SİSTEMİ HİZALAMASI.....	16
2.7. YOL DRENAJ SİSTEMLERİNİN TANIMI	17
2.7.1. Yol Drenaj Sistemlerinin İşlevleri.....	17
2.7.2. Yol Drenaj Sistemi Arızaları.....	17
2.8. KÖTÜ DRENAJ SİSTEMİNİN YOLLARA ETKİLERİ	17
2.9. MENFEZLER	18
2.9.1. Yol Üstü Açık Menfezler	20
2.9.2. Hazır Betonarme Tabliyeli Küçük Plak Menfezler.....	21
2.9.3. Betonarme Tabliyeli Kutu Menfezler	22
2.9.4. Kemer Menfezler.....	22
2.9.5. Tabliyeli Menfezler	23
2.10. DRENAJ SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ	24
2.10.1. Kenar Hendeği.....	24
2.11. DRENAJ SİSTEMİNDE YAPILMASI GEREKENLER	25
2.11.1. Yol Drenaj Sisteminde Akış Hızı.....	25
3. YÖNTEM	26
3.1. ARAŞTIRMA ALANI VE ÖZELLİKLERİ	26
3.1.1. Konum.....	26
3.1.2. Topoğrafik Yapı	27
3.1.3. İklim	27
3.1.4. Bitki Örtüsü.....	28
3.1.5. Toprak	29
3.2. YÖNTEM	30
3.2.1. Hidrolik Sanat Yapılarının Kesitlerinin (Debuşelerinin) Belirlenmesi.....	31
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ	53

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
ŞEKİL 2.1: A TİPİ ORMAN YOLU.	6
ŞEKİL 2.2: B TİPİ YOL (FOTO: T.ÖZTÜRK).	7
ŞEKİL 2.3: TRAKTÖR YOLU (FOTO: T.ÖZTÜRK).....	7
ŞEKİL 2.4: TOPRAK YOL (URL1).....	8
ŞEKİL 2.5: STABİLİZE YOL (URL2).....	9
ŞEKİL 2.6: ASFALT YOL (URL3).....	9
ŞEKİL 2.7: BETON YOLLAR (URL4).....	10
ŞEKİL 2.8: KENAR HENDEĞİ DRENAJ İÇİN YAPILAN BÜZ ÖRNEĞİ (FOTO:T.ÖZTÜRK).....	13
ŞEKİL 2.9: SEPETKULPU YERİNDE DÖKME BÜZ (FOTO: T.ÖZTÜRK).	13
ŞEKİL 2.10: ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN PLASTİK BORU (FOTO:T.ÖZTÜRK).....	14
ŞEKİL 2.11: YOL YÜZEYİNE VERİLEN EĞİMLER.	16
ŞEKİL 2.12: YOL SÜTÜ AÇIK MENFEZLER (ÖZTÜRK VE HASDEMİR, 2021).....	20
ŞEKİL 2.13: HAZIR BETONARME PLAK MENFEZ.....	21
ŞEKİL 2.14: KUTU MENFEZ.....	22
ŞEKİL 2.15: KEMER MENFEZ.....	23
ŞEKİL 2.16: TABLİYELİ MEFEZ.....	24
ŞEKİL 3.1: YALIKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ALANI.....	26
ŞEKİL 3.2: YALIKÖY ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ KONUMU.....	27
ŞEKİL 4.1: ORMAN YOLU GÜZERGÂHI VE HAVZA ALANLARI.....	34
ŞEKİL 4.2: YOL GÜZERGÂHINDAKİ YÜZEY BOZULMALARI.....	35
ŞEKİL 4.3: YOL GÜZERGÂHINDAKİ HEYELANLAR VE AKMALAR.....	35
ŞEKİL 4.4: BULDOZER YARDIMIYLA KAZI VE DOLGU ÇALIŞMALARI.....	36
ŞEKİL 4.5: YOL YÜZEYİNİN TEMİZLENMESİ.....	36

ŞEKİL 4.6: YOLUN KAZI ŞEVLERİNİN EKSKAVATÖRLE DÜZENLENMİŞ HALİ.....	37
ŞEKİL 4.7: MENFEZ KAZILARININ YAPILMASI VE MENFEZLERİN YERLERİNE YERLEŞTİRİLMESİ.....	37
ŞEKİL 4.8: MENFEZİN YERİNE YERLEŞTİRİLMESİ.....	39
ŞEKİL 4.9: DOLGUNUN YAPILMASI	40
ŞEKİL 4.10: MENFEZ BAŞ DUVARLARI	41



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

TABLO 2.1: ORMAN YOLLARININ GEOMETRİK VE TEKNİK STANDARTLARI	5
TABLO 2.2: SEPETKULPU YERİNDE DÖKME BÜZLERİN BOYUTLARI	14
TABLO 2.3: MENFEZLERDE BIRAKILMASI GEREKEN EN AZ HAVA PAYI MESAFELERİ.....	19
TABLO 2.4: YOL EĞİMİNE GÖRE MENFEZLER ARASINDAKİ MESAFELER	20
TABLO 2.5: YOL ÜSTÜ AÇIK MENFEZLER İÇİN SAPTANAN ARALIKLAR	21
TABLO 3.1: İSTANBUL İLİ METEOROLOJİK RASAT DEĞERLERİ TABLOSU.	28
TABLO 3.2: HAVZANIN GENEL ÖZELLİKLERİNE GÖRE AKIM KATSAYILARI.....	31
TABLO 3.3: TALBOT FORMÜLÜNE GÖRE HİDROLİK YAPI KESİT ALANLARI.	32
TABLO 4.1: ÇELİK MENFEZ TEKNİK ÖZELLİKLERİ	38
TABLO 4.2: ÇELİK MENFEZLERİN YAPISAL VE BOYUTSAL ÖZELLİKLERİ.....	38
TABLO 4.3: ÇELİK MENFEZ BOYUTLARI VE KAZI MİKTARLARI.	39
TABLO 4.4: BAŞ DUVARIN BOYUTLARI VE KULLANILAN TAŞ HACİMLERİ	40
TABLO 4.5: ÇELİK MENFEZ ÜZERİNE YAPILAN TOPRAK DOLGU MİKTARI	41
TABLO 4.6: ÇATALCA 110 KOT NOLU YOLDAKİ MENFEZLERİN SEÇİMİ.....	42

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler Açıklama

cm	: Santimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
kg	: Kilogram
lt	: Litre
m³	: Metreküp
m/s	: Metre/Saat
mm	: Milimetre
m²	: Metrekare

Kısaltmalar Açıklama

EBT	: Ekstrem B Tipi Tali Orman Yolu
NBT	: Normal B tipi tali orman yolları
SBT	: Standart B tipi tali orman yolları
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
TCMB	: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
A	: Su toplama havzasının alanı (km ²)
S	: Drenaj tesisinin en kesit alanı (m ²)
C	: Talbot katsayısı

ÖZET

[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

[ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN DRENAJ YAPILARININ KESİT VE YAPIM TEKNİĞİ BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ]

[Ceyda HİCAZ]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman İnşaatı ve Transportu Programı

[Danışman : Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK]

Ülkemizde orman yollarının yaklaşık %60 bitirilmiştir. Yeni orman yollarının yapımı yanında mevcut orman yollarının bakımlarının, büyük onarımlarının, üst yapılarının ve drenaj yapılarının da tamamlanması gerekmektedir. Özellikle drenaj yapıları ve üst yapılar orman yollarının uzun süreli kullanımına olanak veren çalışmalardır. Drenaj yapıları suyun yol yüzeyinden ve çevresinden uzaklaştıran yapılardır. Özellikle orman yollarının yüzeyinde suyun bulunması üretim çalışmalarında ve yolu geçit vermesinde büyük problemler oluşturmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Yalıköy Orman İşletme Şefliği alanları içerisinde yer alan bir orman yolu üzerinde yapılan drenaj yapıları incelenmiştir. Türkiye'de yer alan orman yollarında ilk defa denen çelik menfezlerin teknik özellikler, yapım şartları, uygunluğu gibi tüm konular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Çelik menfezlerin yerlerine yerleştirilmesi, konumlandırılması, dolguların hazırlanması ve baş duvarlarının yapılması gibi tüm yapısal faaliyetler detaylı bir şekilde ortaya konmuştur. Menfezler için gerekli kesit alanlarının karşılaştırılması, kullanılan drenaj yapısının yerine uygunluğu gibi tüm konular ele alınmıştır. |

Ocak 2023 , [69] sayfa.

Anahtar kelimeler: [drenaj yapıları, yol, elik menfez, dolgu, buyk onarım]



ABSTRACT

[M.Sc. THESIS]

**[INVESTIGATION OF SUITABILITY OF DRAINAGE STRUCTURES USED IN
FOREST ROADS IN TERMS OF SECTION AND CONSTRUCTION TECHNIQUES]**

[Ceyda HİCAZ]

**İstanbul University-Cerrahpaşa
Institute of Graduate Studies
Department of Forest Engineering
Forest Construction and Transport Program**

[Supervisor : Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK]

Approximately 60% of forest roads in our country are completed. In addition to the construction of forest roads, the maintenance, major repairs, superstructures and drainage structures of existing forest roads should also be completed. Especially drainage structures and superstructures are works that allow long-term use of forest roads. Drainage structures are structures that remove water from the road surface and its surroundings. In particular, the presence of water on the surface of forest roads creates great problems in production works and in the passage of the road. In this study, drainage structures built on a forest road located within the boundaries of Yalıköy Forestry Operations Directorate, that is affiliated to Istanbul Regional Directorate of Forestry, Çatalca Forestry Operations Directorate, were examined. All issues such as technical specifications, construction conditions and suitability of steel culverts, which were tried for the first time in forest roads in Turkey, have been examined in detail. All structural activities such as the placement and positioning of the steel culverts, the preparation of the fillings and the construction of the head walls have been demonstrated in

detail. All issues such as the comparison of the required cross-sectional areas for the culverts, the suitability of the drainage structure used for its place were discussed.]

January 2023, [69] pages.

Keywords: [drainage structures, road, steel culvert, fill, maintenance,]



1. GİRİŞ

Yollar, insan yaşamında hayati bağlantılar sağlayan önemli bir role sahiptir. İnsanların, malzemelerin ve eşyaların bir yerden başka bir yere taşınması yollar tarafından gerçekleştirilmektedir (Duba & Calmon, 2004). Ormancılık çalışmaları için ormanlık alanlarda ulaşımı sağlayan orman yolları üretim, koruma, yangınlarla mücadele ve silvikültürel çalışmalar gibi tüm ormancılık çalışmaları için çok önemlidir. Ormancılık faaliyetlerinin sorunsuz bir şekilde yapılabilmesi için orman yollarının kalitesi çok önemlidir (Akay, 2005). Yol kalitesinin düşük olması yapılacak ormancılık açısından yapılacak faaliyetleri engelleyebilmektedir. Orman yollarında kaliteyi düşüren en önemli faktör suyun etkisidir (FAO, 2011). Yol yüzeyinde hareket eden veya durgun bulunan su yanında, kenar hendeklerinden ve şevlerden gelen suyun yıkıcı etkisi göz ardı edilemez. Orman yolu üzerinde etkili olan bu suyun hareketini engellemek ve yol yüzeyinden en kısa sürede uzaklaştıran drenaj sistemleri oluşturmak ve yolları suya karşı korumak gerekir. Suyun orman yollarından uzaklaştırılması yanında, su ile birlikte hareket eden sedimentin drenaj yapılarının giriş kısımlarında, kenar hendeklerinde birikimi de yol bakımı açısından sorun oluşturmaktadır (Luce & Beverley, 2001).

Karayolu, motorlu veya motorsuz taşıtların hareketi için inşa edilen kara taşımacılığı büyük bir altyapıyı temsil etmektedir. Karayolu altyapısı genellikle inşaat malzemesi ve üzerinde çalışacak araç yükü tekrar sayısı gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurularak belirli bir tasarım dönemi için araç hareketlerini karşılayabilecek şekilde tasarlanır. Araç yükü tekrarının yanı sıra yağış şeklindeki doğal faktör, karayolunda ve çevresindeki alanlarda da yüzey suyu akıntısının varlığına neden olabilir.

Üst yapıya sahip veya sıkışmış yol yüzeyi suyun toprak içerisine doğru olan hareketi engelleyecektir. Bu nedenle yüksek yağış yüzey suyu akış hacmini artırabilir ve sonuç olarak yol drenajının iyi çalışmaması durumunda yol yüzeyinde su tutulması meydana gelebilir. Kenar hendeklerinde ise organik atıklar (yaprak, bitki vb.) gibi atıklar ve sedimentin birikmesi suyun hendeklerdeki hareketini engelleyerek bu alanlarda da suyun birikmesine neden olabilir. Bütün bunlar, yol yüzeyine ve çevresine gelen suyun bir an önce drenaj yapılması

gerektiği anlayışından kaynaklanmaktadır. Kenar hendeklerinde biriken sular yolun zamanla zarar görmesine neden olur (Anonim, 2013).

Kentsel alanlarda insanların Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri (SUDS) olarak adlandırdıkları, yani yüzey suyu akışını yönetmek için geliştirilmiş bir veya daha fazla yapıdan oluşan bir sistem bulunmaktadır (Anonim, 2013). Bu sistemin temel konsepti, su kullanımını iyileştirmek, kayıpları en aza indirmek ve ayrıca çevre korumasını sağlamaktır (Anonim, 2014)Orman yollarında da aynı sistem dâhilinde çalışmalar yapmak gerekmektedir. Çabalardan biri, yağmur yağdığında yüzey suyunun akışını durdurmak veya hızını azaltmak ve suyu derhal toprağa sızdırmaktır. Bu durum ormanlık alanları içinde geçerli bir yapıdır. Suyun drene edilmesi orman toprağına geri dönüş olduğu için sorun yaratmamakla birlikte suyun yola verdiği zararı bir ađ şeklinde tüm orman yollarında önlemek asıl amaçtır.

Drenaj işlemi, yüzeye gelen aşırı suyun bulunduğu yerden uzaklaştırılması ve kontrol edilmesi işlemidir. Drenaj, verilen kaplamanın trafik ve çevre etkilerine dayanma kabiliyetini belirlemede önemli bir özelliktir. Drenaj tasarımı suyu toplayan, taşıyan ve ortadan kaldıran tesislerin hazırlanmasını içermektedir. Yeterli drenaj karayolunun hizmet verilebilirliğini ve kullanılabilir ömrünü etkilediğinden drenaj yapılarının tasarımı çok önemlidir (O'Flaherty, 2002). Yolun uzun ömürlü olmasını sağlamak için erken tasarım aşamalarında iyi drenaj dikkate alınmalıdır. İyi tasarlanmış bir drenaj sistemi ile zaman içinde yolda yapılması gereken rehabilitasyon ve bakım çalışmaları da azalmış olacaktır.

Drenaj sisteminin amacı, alandaki suyun yüzeyde durmasını önlemek ve alan dışındaki dere akışını yolun bir tarafından diğerine iletmektir. Menfezler yola denk derelerde drenajı gerçekleştirmek için, dolgu altında yapılan kapalı kanallardır (DDM, 2011).

İyi drenajın sağlanması, yolun planlaması ve sıfır hattının aplikasyonu sırasında başlar. Yetersiz drenajlı alanlardan, büyük dere akımlarından ve gereksiz dere geçişlerinden kaçınan bir yol sıfır hattı drenaj sorunlarını büyük ölçüde azaltacaktır. Yeterli drenajın sağlanması, standardı yüksek veya düşük tüm karayollarının konumu ve geometrik tasarımında önemli bir faktördür. Drenaj yapıları ekonomik açıdan da çok önemlidir. Çünkü yol inşaat maliyetinin %25'ini drenaj yapıları oluşturmaktadır (Wyatt et, 2000).

Yüzey drenajı, yüzey suyunun yol yüzeyinden ve banketlerden uzaklaştırıldığı tüm yolları kapsar. Düzgün tasarlanmış bir karayolu yüzey drenaj sistemi, tüm yüzey ve havza akışını

etkili bir şekilde durdurmalı ve bu suyu, doğal suyollarına nihai deşarj için uygun şekilde tasarlanmış kanallara ve drenaj yapılarına yönlendirmelidir. Yol yüzeyinde durgun halde bulunan su yol kaplaması ne olursa olsun yolun yüzeyindeki çatlaklardan kaplamanın altındaki katmanlara sızarak, yol kaplamasında ciddi hasara neden olabilir. Bu nedenle, yeterince iyi tasarlanmış bir yüzey drenaj sistemi bu tür drenaj hasarlarını en aza indirir. Standartları düşük karayolları için yüzey drenaj sistemi, hem yol sathında hem de banket üzerinde yeterli enine ve boyuna eğimler içermelidir (Wyatt et, 2000)

Bu araştırmanın amacı, ülkemizde orman yollarında ilk defa denenen çelik menfezlerin sürdürülebilir bir yol drenaj sistemi oluşturmak için yapım aşamalarını, teknik özelliklerini ve planlama çalışmalarını incelemektir. Çalışmada öncelikle orman yolunun genel durumu incelenmiş, yol güzergâhı boyunca uygulanacak olan çelik menfezlerin boyutlarının ve kesitlerinin doğruluğu, konumlandırılmaları, yapım teknikleri ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur. Daha sonra, çelik menfezlerin orman yollarında kullanılabilirliği incelenmiş ve çeşitli öneriler getirilmiştir.

1.1. LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmanın bu yönü, daha önceki araştırmacılar ve drenaj sisteminin nedenleri ve sorunları hakkında çok sayıda çalışma tarafından zaten belirlenmiş olan kritik gerçekleri ve bulguları ortaya çıkarmak için ele alınan konuyla ilgili çeşitli literatürleri gözden geçirmektedir. Nehirleri ve vadileri geçen yol drenaj sistemleri, ulusal kalkınmaya ve halkın günlük yaşamına büyük katkı sağlayan yol ağının hayati bileşenleridir.

Orman yollarında drenaj sisteminin herhangi bir hasarı veya arızası, yol kullanıcılarının hayatını tehlikeye atabileceği gibi, tüm ormancılık çalışmaları üzerinde de ciddi etkiler yaratabilir.

Ormancılık işlerinin tam olarak ve zamanında yerine getirilmesi hem ekonomi hem de doğa olayları açısından önemlidir. Orman ürünlerinin ormandan pazara en kısa sürede ulaştırılması önemli olduğu için en orman yollarında yol standartları ve drenaj yapıları bakımından en uygun ve ekonomik tekniklerin kullanılması çok önemlidir (Öztürk & İnan, 2010)

Orman yollarının yapımı ve bakımı, doğal olayların çevresel etkisini azaltabilir. Bu nedenle drenaj yapılarının veya koruma yapılarının planlama aşamaları çevrenin ve ormanların

korunması açısından önemlidir. Uygun boyut ve konuma sahip olmayan drenaj yapıları, tortu veya üretim artıkları ile kolayca tıkanabilir (Merril & Casaday, 2001)

Yol güzergâhlarının dere havzaları ile karşılaştığı yerlerde yapılacak olan menfez, büz, kasis ve köprülerin kesit tiplerinin ve boyutlarının belirlenmesi, bu drenaj tesislerinin ve yolun güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır (Çalışkan , 2003).

Orman yolları üzerindeki dere geçiş noktalarında yapılacak drenaj yapıları akarsuların doğal akışını etkilememelidir. Bu akış kanalı ayrıca periyodik yağışların sularının yolun karşı tarafına sorunsuz bir şekilde aktarılmasına imkân vermelidir (Öztürk & Hasdemir, 2021).

Bu yol drenaj sisteminin yeniden inşası önemli miktarda kalifiye iş gücü, para ve zaman gerektirmektedir. Yol drenaj sistemleri, yol altyapılarının tasarım geliştirmesi sırasında temel bileşenlerdir. Yola ve çevredeki alanlara sınırlı hasar ve rahatsızlık veren herhangi bir su akışının akışına izin vermeyi amaçlayan yapılar drenaj yapılarıdır (DDM, 2011).

Göz önünde bulundurulabilecek iki ana su akışı türü bulunmaktadır. Yolun mevcudiyeti ile yön değiştirebilecek alanı kesen akışlar ve kenar hendeklerine, yol platformuna ve çevresine düşen yağmur sularının oluşturduğu su akışlardır. Yüzey drenaj sisteminin ekonomik tasarımı için karayolu drenaj sistemindeki hendekler, menfezler ve köprüler dâhil olmak üzere temel tasarım teknikleri geliştirilmelidir (DDM, 2011). Bu çalışmalarda havzanın hem memba hem de mansap erişimlerinin bir hidrolik incelemesi ve analizi gereklidir.

Bir havzanın taşkın ovasını aşması veya geçmesi, taşkın ovası üzerinde önemli bir olumsuz etkiye neden olmaz ve taşkın akışına minimum hasarla dayanabilir. Tüm yapılar için tasarım taşkınları, 100 yıllık taşkınlar ve taşma veya 500 yıllık taşkınlar için büyüklük, sıklık ve uygun su yüzeyi yüksekliklerine tasarım sırasında dikkat edilmesi önemlidir (Mwang, 2013).

Yol tipi ne olursa olsun, bir yolun kullanımı başarısız olduğunda, yetersiz drenaj çoğu zaman önemli bir etkendir. Tasarımın kötü olması, suyun tekrar yola geri dönmesine neden olabilir veya akmasını engelleyebilir (Mwang, 2013).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. ORMAN YOLLARI

Orman yolları için trafik yoğunluğu dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Orman yolları üzerinde hareket eden araç büyüklüklerine göre üç ana gruba ayrılmıştır:

a)-Ana orman yolları

b)-Tali orman yolları (A tipi orman yolu, B tipi orman yolu)

c)-Sürütme yolu (Traktör yolu)

Aşağıdaki tabloda gösterilen farklı teknik kriterlere göre ayrılmıştır. Bu yolların geometrik standartları ve teknik özellikleri Tablo 2.1’de verilmiştir (OGM, 2008).

Tablo 2.1: Orman yollarının geometrik ve teknik standartları

YOLUN TİPİ	BİRİMİ	ANA ORMAN YOLU	TALİ ORMAN YOLU				TRAKTÖR YOLU
			A - TİPİ	B - TİPİ			
				SBT	NBT	EBT	
Yol genişliği	m	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	Adet	2	1	1	1	1	1
Maksimum eğim	%	8	10	9	12	12	20
Asgari kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-
Hendek genişliği	m	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	-
Üstyapı genişliği	m	6	5	4	3	3	-
Köprü genişliği	m	7+(2x0,6)	6+(2x0,6)	5+(2x0,6)	4+(2x0,6)	3+(2x0,6)	-

SBT: Standartları yükseltilmiş B Tipi tali orman yolları

NBT: Normal B Tipi tali orman yolları

EBT: Ekstrem B Tipi tali orman yolları.

2.1.1. Ana Orman Yolları

Bu yollar orman yolu ağının temelini oluştururlar. Bu nedenle drenaj tesislerinin, uygun kalınlıkta ve kalitede üst yapı gibi uygun mühendislik yapılarının kurulması önemlidir.

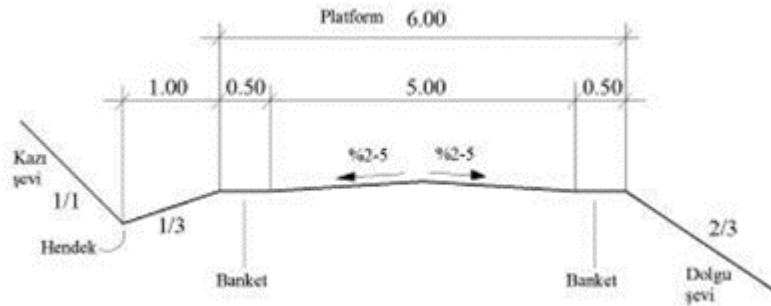
Trafik için uygun 7 m yol genişliği ve 1 m yol hendeği genişliği olan yolun toplam genişliği 8 m'dir. Yolda bir yılda taşınacak ürün emvali 50000 m³'ten fazla olmalıdır. Azami eğim %8 olacaktır. Kısa mesafelerde eğim %12'ye kadar çıkabilir. Bu tip orman yollarında standart trafik işaretlerinin konulması karayollarında olduğu gibi zorunludur (OGM, 2008).

2.1.2. Tali Orman Yolları

Tali yollar, ormanın ana yolunu ormana bağlayan yollardır. Bu yollarda ulaşım, araçların rahat hareket etmesi için güneşli hava ve kuru toprak durumunda sınırlıdır. Tali orman yolları A tipi ve B tipi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır

2.1.2.1. A Tipi Tali Orman Yolları

Trafığe uygun platform genişliği 6 m ve hendek genişliği 1m olup, toplam genişliği 7 m'dir. Bir yılda yol üzerinden taşınacak ürün miktarı 25000-50000 m³ arasında olmalıdır. (OGM, 2008).



Şekil 2.1: A tipi orman yolu.

2.1.2.2. B Tipi Tali Orman Yolları

Araç gidiş gelişine uygun 3-5 m yol genişliği ve yolun hendeğinin genişliği 0,50-1 m'dir. Yolun toplam yol genişliği 3,5 - 6 m olan yamaç ve dere yolu şeklindedir. Bu orman yollarında bir yılda taşınacak odun emvali miktarı 25000 m³'ten azdır. Türkiye'deki yolların çoğu B tipidir (OGM, 2008).



Şekil 2.2: B tipi yol (Foto: T.Öztürk).

B tipi yollar, bölgedeki ormancılık faaliyetlerinin yoğunluğu, arazinin topoğrafik yapısı ve yol üzerindeki trafik yoğunluğu dikkate alınarak etkili bir şekilde üç gruba ayrılır: Bunlar (OGM, 2008).

A)Standartları Yükseltmiş B-Tipi Tali Orman Yolu (SBT).

B)Normal B-Tipi Tali Orman Yolu (NBT).

C)Ekstrem B-Tipi Tali Orman Yolu (EBT).

Traktör yolları; dere, sırt veya yamaç yollarından ayrılarak ormanlık alanların içerisine giren odun üretim çalışmaları için sürütme araçları tarafından üzerinde sürütme yapılan ve en az maliyetle yapılan tesislerdir. Sürütme yollarında bir üst yapı çalışması yapılmaz. Ormanlık alan içerisinde toprak yol özelliğinde bir tesis olarak bırakılırlar (Erdaş, 2014).



Şekil 2.3: Traktör yolu (Foto: T.Öztürk).

2.2. ORMAN YOLLARININ YAPIM YÖNÜNDEN SINIFLANDIRILASI

Ülkemizde orman yollarının planlanmasından bugüne kadar kullanılan orman yolu tipleri, Toprak (Ham) yollar, Üst yapı (Stabilize malzeme ile kaplı) yollar, Asfalt üst yapıya sahip yollar ve beton olarak inşa edilen yollardır.

2.2.1. Toprak Yollar

Toprak yollar üst yapı içermeyen yollardır ve böyle bir yol, yol platformu kurulduktan sonra zeminin yeterli taşıma gücüne ve stabiliteye sahip olduğunu gösterir. Yol platformu inşa edildikten sonra yol sathı bir greyder yardımıyla ince tesviye edilmekte ve bu yola %4-6 enine eğim verilerek yol odun üretimi için ulaşım açılmaktadır. Bu yollar yapım açısından ucuzdur. Çevreye uygun olarak inşa edildiklerinde çevresel zararlar minimum olur ve hızlı bir şekilde inşa edilirler (Erdaş, 1997).

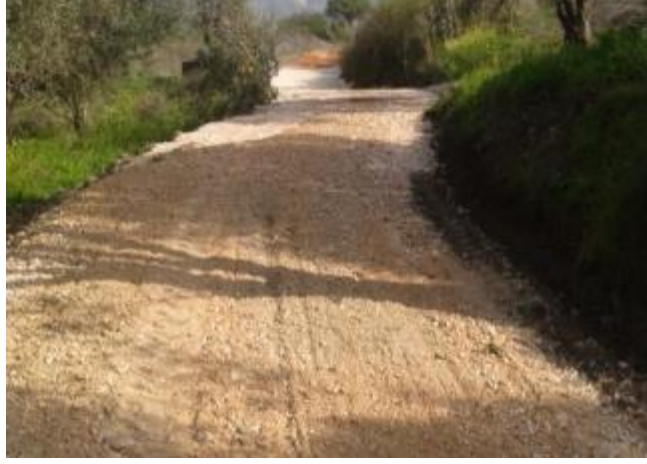


Şekil 2.4: Toprak yol (URL1)

2.2.2. Stabilize Yollar

Asfaltsız çakıl yol yüzeyleri, orman yollarımız için çok önemlidir. Plantasyonlar içindeki yollarımız, yalnızca günlük operasyonel faaliyetler ve yangından korunma için plantasyonlarımıza erişmemizi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kerestelerimizi plantasyonlardan fabrikalara zamanında ve uygun maliyetle taşıyan ağır karayolu nakliye kamyonlarının baskısına dayanabilmelerini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Yollardaki zayıf çakıl, zayıf üretime yol açabilir.

Bu tip yollarda yolun alt ve üst yapısı çok ince olup yağmur, don, kuraklık gibi iklim koşullarından etkilenebilir ve bu durum yolun direncini zayıflatır (Erdaş, 1997).



Şekil 2.5: Stabilize yol (URL2).

2.2.3. Asfalt Kaplamalı Yollar

Bu tip yollarda yolun taban tabakasına direncini arttırmak için bir kat hidrokarbon karışımları koymaktadır. Bu yollar çok yoğun trafiği olup, farklı şekillerde hidrolik kaplamalar ve asfalt betonu uygulandığında asfalt yol denir. Bu tabaka, yolun alt tabakasını iklimin olumsuz etkilerinden korumakta ve yolun kullanım yoğunluğuna göre direncini artırmaktadır (Erdaş, 1997).



Şekil 2.6: Asfalt yol (URL3)

Stabilize malzeme ile üst yapısı yapılmış yolların en alt bölümünde yapılan temelin inşası kolaydır. Ormanlık alan içerisinde toprak zemin basit düzenlemeler yaparak alt temel şeklinde kullanılabilir. Yolların alt temel inşasında kullanılan malzemelerin nitelikleri ve alt temel teknikleri Karayolları Genel Müdürlüğü Şartnamelerinde belirlenmiştir.

2.2.4. Beton Yollar

Bu yolun orman yollarında kullanımı sınırlıdır. Bu tür orman yollarında beton malzemeleri önceden ister fabrikada ister iş yerinde seyyar beton mikserleri ile hazırlanmaktadır. Malzemeler hazırlandıktan sonra dökülüp tesviye ediliyor Yarı katı kayalar veya kırıcı tarafından ezilmiş ve yol tabakası üzerinde iyice sıkıştırılmış kayalar (Erdaş, 1997).

Türkiye’de ormanlık alanlardaki yollarda çok sıklıkla görülmeyen bir inşa şeklidir. Köy yollarında ve bazı milli park alanlarında kullanılan beton yollar özellikle Avrupa ülkelerinde orman alanlardaki yollarda oldukça sık görülmektedir (Erdaş, 1997).



Şekil 2.7: Beton Yollar (URL4)

2.3. ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN SANAT YAPILARI

Orman yollarının tasarımı sırasında yapılması ve dikkat edilmesi gereken önemli işlemlerden biri, yol üzerinde biriken ve zarar veren yüzey ve yeraltı sularını uzaklaştırmak için yüzey ve yüzey altı drenaj işlemidir. İşte bu önlemler istinat duvarları, köprü, kanal, kemer gibi suları geçmek ve drene etmek için yapılan hidrolik yapılar ile yol güvenliğini ve emniyetini sağlamak için iyi tasarlanmış bu işlemlere (sanat yapıları) denir (Bayoğlu, 1997; Özçelik, 1982).

Yol yapım çalışmaları sırasında oluşan dolgu şevlerindeki kazı materyali zamanla yağmur ve kar suları ile taşınarak çeşitli zararlara yol açmaktadır. Bu fazla su taşıma kapasitesine sahiptir ve bu durum yollarda ulaşımı zorlaştırır. Çünkü yolun dolgu bölümünde çatlama, kopmalara neden olmaktadır (Özçelik, 1982)

Orman yollarının güvenliğini ve yol eğimlerinin dengesini sağlamak için istinat duvarları yapılmaktadır. Yol tasarımı yapılırken üzerinde durulması gereken en önemli noktalardan biri, yolun yapısı ve arazinin topoğrafyası dikkate alınarak yol üzerinde birikebilecek yüzeysel suların bertaraf edilmesine yönelik drenaj tesislerinin uygulanmasıdır. Herhangi bir yol yapılırken bu yolun korunmasına ve yüzey ve yeraltı sularının drenajına uygun çözümler bulunmasına dikkat edilmelidir (Özçelik, 1982)

Teknik yapı seçiminde dikkat edilmesi gereken birkaç önemli nokta vardır. Teknik yapılar bölgenin iklim şartlarına ve arazi yapısına göre seçilmeli ve uygulanmalıdır. Teknik yapılar aynı zamanda dış etkilere karşı dayanıklı olmalı ve iyi malzemelerden tasarlanmalıdır. BU yapıların uzun süreli ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için yapımının iyi olması yanında periyodik bakımlarının da yapılması gerekmektedir. Orman yollarında sanat yapılarını detaylı bir biçimde açıklayabilmek için uygulamada kullanılan tüm sanat yapıları bölümler halinde anlatılmıştır.

2.3.1. Orman yolları sanat yapıları

A)-DUVARLAR

1.İstinat ve Kaplama Duvarları

- Kurutaş duvarlar
- Harçlı taş duvarlar
- Beton

2.Anroşman ve Pereler

3.Tel Duvarlar

4. Prefabrike Beton Elemanlar

5.Ahşap Dayanaklar

B)-Büzler

- Yuvarlak büzler
- Sepet kulplu büzler
- Çelik ve Plastik Koruge borular

C)-Menfezler

- Yol üstü açık menfezler
- Kutu menfezler
- Tabliyeli menfezler
- Kemer menfezler
- Çelik menfezler

D)- Kasisler

- Basit
- Büzlü

Ç)- Köprüler

- Ahşap
- Betonarme
- Çelik (Özçelik, 1982; Bayoğlu, 1997; Öztürk ve Hasdemir, 2021).

2.3.2. Hidrolik Sanat Yapıları

Yağmurlar sırasında yağmur suyunun bir kısmı yüzeyde akar ve bir kısmı da yerçekimi suyu olarak toprak kütesinden süzülerek yer altı suyuna ulaşır. Bir miktar su, toprak kütesinin gözeneklerinde ve normal yerçekimi yöntemleriyle drene edilemeyen toprak parçacıklarının yüzeyinde tutulur ve bu su tutulan su olarak adlandırılır. Taşıt yolundan ve banketten gelen yüzey suyunun, alt zemine sızmasına izin vermeden etkili bir şekilde boşaltılması gerekir. Bitişik araziden gelen yüzey sularının karayoluna girmesi engellenmelidir. Kenar hendekleri toplanan tüm yüzey suyunu taşımak için yeterli kapasiteye ve uzunlamasına eğime sahip olmalıdır. Ayrıca su dolu alanlarda özel önlemler alınmalıdır. Uygun drenaj sistemine sahip olmayan bu tür birçok yol vardır. Bu, nem içeriğinin artması, mukavemetin azalması, çamurlanma, dalga ve oluk oluşumu, üst yapının sıyrılması, yol kenarlarında deformasyon gibi birçok nedenden dolayı yolların arızalanmasına neden olur.

2.3.2.1. Büzler

Yol üzerindeki fazla suları ve yağmur sularını tahliye eden küçük kanallardır ve genellikle beton, plastik ve çelikten yapılırlar. Orman yollarının yapımında hidrolik yapı olarak kullanılan büzlerin şeklini büzleri yapmak istediğimiz yerin şekli ve özellikleri belirler (Özçelik, 1982)).

Büzlerin orman yollarında kullanıldığı yerler kısaca şu şekilde ilişkilendirilebilir:

- Yolların akarsu yatakları ile karşılaştığı yerler
- Yolun kenar hendeğinde toplanan yağış sularının yolun karşı tarafına akıtılması için
- Yolların karşılaştığı ve birbirine bağlandığı yerlerde
- Ters eğim başlangıç yerlerinde (Bayoğlu, 1997).

2.3.2.2. Yuvarlak büzler

Orman yollarında kullanılan dairesel kesitli bu tip 1 m uzunluğunda olup, iç çapı 60 cm veya 80 cm'dir. Çapı 60 cm'den küçük olan borular ormanlık alanlarda kısa sürede işlevini yitirdiği için kullanılamaz. Büzler yerlerine yerleştirilirken proje çalışmaları önemlidir. Büzlerin yerine konumlandırılması çalışmalarında büze verilecek boyuna eğim minimum %2 ve maksimum %15 olmamalıdır.

Beton büzler, metal veya plastikten çok daha pahalıdır. Aynı zamanda, taşınması, dökülmesi ve kurulması (ağırlığından dolayı) zordur. Ancak, üç malzemeden beton en dayanıklı olanıdır. Çelik gibi paslanma yapmaz. Ayrıca beton eğilmeye karşı dirençlidir ve diğer iki malzemeye göre daha ağır yükleri taşıyabilir. Dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü nedeniyle beton boru menfezler, yoğun trafik açısından daha uygundur.



Şekil 2.8: Kenar hendeği drenajı için yapılan büz örneği (Foto:T.Öztürk).

2.3.2.3. Sepet Kulplu Yerde Dökme Büzler

Yüksek dolgularda oluşan yüksek gerilmeler nedeniyle dairesel kesitli büzlerin kullanımı zorlaşmaktadır. Dolgunun 3 m'den yukarı olduğu durumlarda dairesel kesitli büzlerin kullanılmasının uygun olmayacağı alanlarda söz konusudur. Bu büzlerin yapımında 250 kg/m^3 çimento dozlu harç kullanılır. Sepet kulplu büzler yapıldığı yere göre farklı boyutlarda olabilmektedir (Genellikle 60 ve 80 cm çaplar tercih edilir).



Şekil 2.9: Sepetkulpu yerinde dökme büz (Foto: T.Öztürk).

Tablo 2.2: Sepetkulpu yerinde dökme büzlerin boyutları.

Büz iç çapı	M ₁	M ₂	M ₃	R ₁	R ₂	R ₃ = R ₄	d
	(m)						
60 cm'lik büz	0,21	0,39	0,36	0,24	0,45	0,60	0,12
80 cm'lik büz	0,28	0,52	0,48	0,32	0,60	0,80	0,16

2.3.2.4. Koruge büzler

Koruge borular genellikle küçük ve orta ölçekli uygulamalar için kullanılır. Polietilen, galvanizli çelik veya alüminyumdan üretilirler. Polietilen tipik olarak daha küçük menfezler için kullanılır ve bazı durumlarda çelik veya alüminyum genellikle orta büyüklükteki yapılar için kullanılır. Hafif tasarımları nedeniyle nakliye ve taşıma maliyetleri betona göre daha düşüktür. Polietilen, ekstrüde edilmiş bir üründür ve çelik ve alüminyum, rulo şekillendirilmiş boru bölümlerinden gelir. Plastik borular genellikle 6 m olarak imal edilmekte ve daha az boru bağlantısı gerektirmektedir. İş başında kolayca monte edilebilirler. Örneğin, polietilen bir testere ile yerinde kesilebilir. Küçük boruları yerleştirmek için yalnızca bir veya iki kişi gerekebilir. Bazı borular, üreticilerin tescilli birleştirme sistemlerinin kullanılmasını gerektirir.

**Şekil 2.10:** orman yollarında kullanılan plastik boru (Foto:T.Öztürk).

Koruge boru menfezler, aynı ebattaki düz cidarlı borulara göre daha düşük su tahliye kapasitesine sahiptir. Koruge boruların dezavantajları, mukavemet sağlamak için toprak dolgusuna bağımlı olmaları, montaj sırasında kolayca hasar görmeleri ve aşınmaya maruz kaldıkları için betondan daha az dayanıklı olmalarıdır. Galvanizli çelik de paslanır. Ayrıca, yüzen molozlardan kolayca zarar görebilirler, bu nedenle, yapıya zarar verme riskinin düşük olduğu veya akış yukarısına moloz tuzaklarının kurulduğu yerlere monte edilmeleri gerekir.

Büzler ile, özellikle nehir yatak seviyesinin altında inşa edilmemişlerse, balık geçidi oluşturmak ve sürdürmek zordur. Polietilen borular korozyona karşı dirençlidir, ancak düzgün olmayan bir yük altında çökmeye karşı daha hassas olmaları nedeniyle yanlış montaja karşı daha hassastırlar. Koruge alüminyum borular, toprak veya suyun galvanizli çelik boruları aşındırma ihtimalinin yüksek olduğu durumlarda kullanılır. Dayanıklı olmaları nedeniyle zorlu ortamlarda daha uzun ömür potansiyeline sahiptirler.

2.4. YOL YÜZEY DRENAJI

Yol yüzeyine yağış olarak gelen suyun karayolundan ve bitişik araziden uzaklaştırılması yüzey drenajı olarak adlandırılır. Yüzey suyu en kısa zamanda toplanacak ve alandan uzaklaştırılacaktır. Su önce boyuna drenlerde, genellikle yan drenlerde toplanır ve daha sonra en yakın dere, vadi veya suyoluna boşaltılır. Yüzey suyunun yol kenarı drenajlarından tahliyesi için büz ve menfez gibi çapraz drenaj yapıları gerekli olabilir. Yol yüzeyine gelen su yol gövdesine sızarsa, kaplamanın yük taşıma kapasitesini azaltır ve bu da yolun daha fazla zarar görmesine neden olabilir. Bu sorunları en aza indirmek için, yol yüzeyinin yeterli drenajını sağlamak önemlidir. ERA geometrik tasarım kılavuzuna göre (GDM, 2011)karayoluna su sızmasını en aza indirmek için karayolundan suyu hızlı bir şekilde boşaltmak için enine eğim %3'ten az olmamalıdır. Enine eğim daha az ise, suyun karayoluna ve yol yüzeyi drenaj elemanlarına sızması için zaman alacaktır.

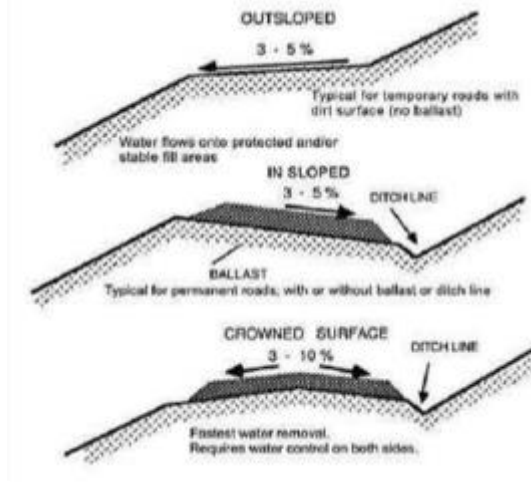
2.4.1. Dolgu banketleri

Dolgu banketleri, dolgunun üzerinde bulunarak, yol yüzeyindeki suyun tek taraflı akıtılarak belirli mesafelerde kontrollü olarak yolun dışına aktarım için yapılan yapılardır. Drenaj için yol yüzeyinden biraz daha dik olmalıdır. Dolgu banketlerinin aşınması ve yıpranması önemli bir sorundur ve yüzeyde daha az aşındırıcı malzeme kullanılarak giderilmelidir (Mina & Sethi, 2007).

2.4.2. Enine eğim

Yol yüzeyinin drenajını sağlamak için enine eğim uygulanmaktadır. Böylece su yüzeyden hendek gibi bir drenaj sistemine akacaktır. Asfalt bir yüzeylerde su daha hızlı akarak yoldan uzaklaşmaktadır.

Enine eğim çok dik olmamalıdır. Eğim çok olursa yol yüzeyinde hareket eden su yüzeyin aşınmasına neden olur (Mina & Sethi, 2007).



Şekil 2.11: Yol yüzeyine verilen eğimler.

2.4.3. Boyuna drenaj

Boyuna drenajın temel amacı, yol ve yakın çevresindeki suların toplanması ve uzaklaştırılmasıdır (Mwang, 2013). Aynı noktada yol yüzeyinden suyu uzaklaştırarak, yüzeyde bozulmaya neden olabilecek kaplama katmanlarına veya temele su sızma olasılığını azaltarak trafik güvenliğinin sağlanması esastır (Mwang, 2013).

2.5. YERALTI DRENAJ SİSTEMLERİ

Yeraltı drenaj sistemleri, kaplamadan ve iç eğimden sızan suyu ve aynı zamanda yeraltı suyunu tahliye eder. Yeraltı drenaj sistemleri doğrudan yüzey drenaj sistemlerine bağlıdır (O'Flaherty, 2002).

Menfezlerin açık bir girişi ve çıkışı vardır ve suyu yolun altından karşı tarafa iletir. Açık drenlere alternatif olarak yeraltı drenlerine duyulan ihtiyaç saha koşullarına bağlıdır. Yeraltı drenajı üç temel unsurdan oluşur. Yol yapısına giren suyun hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlamak için gerekli olan geçirgen bir taban, çıkarılan suyu yol yapısından uzaklaştırmak için bir yöntem ve bir drenaj kanalına doğru eğimli bir tabandan oluşabilir (Wyatt et, 2000).

2.6. DRENAJ SİSTEMİ HİZALAMASI

Drenaj sistemlerinde dikey ve yatay hizalama çok önemlidir. İç çapı 1,20 m veya daha küçük olan menfezler küçük drenaj sistemidir. Bir menfezin akış kanalına göre dikey hizalaması, hidrolik performansı, akış stabilitesi, inşaat ve bakım maliyetleri ve karayolunun güvenliği ve bütünlüğü için önemlidir. ERA geometrik tasarım kılavuzuna (DDM, 2011) göre, yoldaki

mansap çıkışını veya aşırı tortu oluşumunu önlemek için uygun hizalama da özellikle önemlidir.

2.7. YOL DRENAJ SİSTEMLERİNİN TANIMI

Yolu çevreleyen alandan suyu yönlendirmek ve yol yapılarından fazla suyu tahliye etmek için yaygın olarak kullanılan iki farklı tipte drenaj sistemine yüzey ve yüzey altı sistemleri denmektedir.

Bir yüzey drenaj sistemi, deformasyonu önlemek için yağmur suyunu yol yüzeyinden veya bitişik alanlardan toplar ve yönlendirir. Yola su sızma olasılığını azaltır ve yol taşıma kapasitesini korur. Yüzey drenaj sisteminin uygun tasarımı, yol tasarımının önemli bir parçasıdır (GDD 2011). Yüzey altı drenaj sistemleri, kaplama ve iç eğimden sızan suyu ve aynı zamanda yeraltı suyunu tahliye eder.

2.7.1. Yol Drenaj Sistemlerinin İşlevleri

Drenaj sistemleri, yolun üzerinden veya yakınından kaynaklanan veya geçiş hakkını sınırlayan akarsularda akan yüzey/yer altı sularını toplar, taşır ve bertaraf eder. Yolun üst kısmından gelen akıntı ile kazı şevinin aşınmasını önler. Suyu yakalar, yan drenajlarda daha fazla deşarja neden olabilecek yan drenaja girmesine izin vermez (O'Flaherty, 2002)

2.7.2. Yol Drenaj Sistemi Arızaları

Yol, yüzey suyunun veya akarsu suyunun genel akışını, su taşkınlarının veya suya doymuş arazilerde suyun gereksiz bir şekilde birikmesine veya yüzey suyu taşkınlarının veya suya doymuş alçak arazilerde makul olmayan bir şekilde birikmesine ve deşarjına neden olacak şekilde neden olacak şekilde arazinin drenajını engellememelidir (O'Flaherty, 2002)

2.8. KÖTÜ DRENAJ SİSTEMİNİN YOLLARA ETKİLERİ

Yollardaki su akışının dinamiklerinin uygun bir şekilde anlaşılması birçok nedenden dolayı önemlidir. Tanecikli malzemenin su içeriği arttıkça yol bozulma oranının arttığı iyi bilinmektedir. Aşırı su ile ilgili en az altı olumsuz etki sunar. Bunlar; bağlı olmayan malzemelerin kesme mukavemetinin azalması, genişleyen alt zeminlerde farklı şişme, esnek üstyapı temel ve alt temel katmanlarında bağlanmamış ince tanelerin hareketi, ince tanelerin şişmesi ve sert üstyapılarda dayanıklılık çatlama, donma kabarma ve çözülme zayıflaması ve esnek kaplamalarda asfaltın sıyrılmasıdır. Yakın zamanda gerçekleştirilen bir

hızlandırılmış yük testinde, yeraltı suyu seviyesi yükseldiğinde esnek bir yapının tüm katmanlarında tekerlek izi oranının arttığını göstermek için bir Ağır Araç Simülatörü (HVS) kullanılmıştır. Optimum su içeriğinin sağlanması, inşaat sırasında yolun doldurulmasını büyük ölçüde iyileştirir ve ayrıca bu etki genellikle ihmal edilse de, yolun kullanılması durumunda dayanıklılığını arttırır. Sonuç olarak, yol malzemelerinde başlangıçta yeterli su içeriğinin sağlanması faydalıdır ancak su içeriği zamanla artarsa olumsuz etkilerin ortaya çıkması muhtemeldir. Genel olarak, yolun zaman içinde mümkün olduğu kadar optimum su içeriğine yakın veya bundan daha az tutulması arzu edilir.

Suyun yol üzerindeki zayıf drenaj etkileri ile

- Alt taban ve banketlerin yük taşıma kabiliyetinin yumuşatılması ve azaltılması,
- Yol kenarındaki yüzeylerin aşınması,
- Hendeklerde, büzlerde ve kenar hendeklerinde tortu ve moloz biriktirme,
- Yolcular için sürüş güvenliğini tehlikeye atmaktır.

2.9. MENFEZLER

Menfezler, suların yolların alt kısımlarından geçmesine izin veren geçitlerdir. Çelik, plastik veya betondan yapılabilirler. Menfez, bir yolun veya araba yolunun altındaki suyu bir dere, göl veya gözaltı havzasına taşımaya yardımcı olur. Menfezlerin amacı, suyu yolun bir tarafından diğer tarafına güvenli bir şekilde iletmektir. Su, doğal akarsulardan veya yol yapısından veya yola yakın alanlardan gelen yüzeysel sulardan olabilir. Menfez dayanıklı olmalı ve belirli bir süre boyunca önceden belirlenmiş miktarda suyu taşıyabilecek yeterli hidrolik kapasiteye sahip olmalıdır (NAAS, 1986). Genellikle, yolun önemine ve yapı tipine bağlı olarak yıllık, 10 yıllık, 25 yıllık 50 yıllık veya 100 yıllık sel gibi en olağandışı taşkınlar sırasında yol hasarını önlemek için tasarlanmış drenaj yapılarıdır (ERA, 2002). Çapraz drenaj akışını dışarıdan ileten menfezler, akışın doğal drenaj yolu üzerinde bulunmalıdır. Akışın doğal drenaj yolu geniş bir kara akış alanı olduğunda, tasarımcı tek bir yerde konsantre akışı önlemek için çoklu menfez ihtiyacını değerlendirmelidir. Önerilen çapraz menfez, akış yukarı ve aşağı akış kanallarıyla hizalanmalıdır.

Menfezler, yollarda kullanılan en yaygın çapraz drenaj yapılarıdır. Tercih edilen tasarım ve inşaat uygulamalarına bağlı olarak, farklı şekil ve boyutlarda çeşitli malzemeler kullanılarak inşa edilirler.

Menfezler çoğu yoldaki drenaj sisteminin önemli bir parçasını oluşturur. Menfezler farklı malzemeler kullanılarak inşa edilmiştir. Menfezlerin en yaygın uygulaması, prefabrik beton borular, yerinde beton kutular ve oluklu çelik boru menfezlerinin kullanımına dayanmaktadır. Menfezler, suyun akması için yeterince eğimli olmalıdır (NCHRP, 1997).

Menfez drenaj yapıları, tehlikeli su baskınlarını önlemek için yeterli olacaktır. Kötu tasarlanmış menfezler orta ila büyük ölçekli yağmur olayları sırasında tortu ve enkaz ile tıkanmaya daha uygundur. Bu durum menfez içlerinin ve ön bölümlerinin ince materyal ile dolmasına neden olmaktadır. Yolu suyun yıkıcı etkisinden korumak için hem giriş hem de çıkışta koruyucu önlemler almak önemlidir. Anroşman ve pere yapmak menfezlerin giriş ve çıkışları için önemli bir aşınma koruma önlemidir. Ayrıca, erozyon ve oyulmayı kontrol etmek, menfezi yanal basınçlara karşı stabilitesini sağlamak için baş duvarları ve bitiş duvarları kullanılmaktadır. Tüm cephe duvarlarının betonarme malzemeden yapılması önemlidir. Baş duvarlar kanala düz ve paralel olabilir (ERA, 2002).

Menfezlerde, saptanan azami su miktarından (debi) hava payı mesafesi kadar daha geniş tutularak, normal akış seyrinin değiştirilmemesine çalışılır (Tablo 2.3). Ancak çok geniş dere yatağına sahip olan fakat ani yükselme göstermeyen mecrasuları, yan yana konan büzler yardımıyla akıtılabilir. Bununla beraber menfez girişleri, kanat duvarları ile huni biçiminde daraltılarak suyun menfez içerisine yönlendirilmesini sağlar. Bunun yanında, yol eğimine göre menfez aralıkları Tablo 2.4'de gösterilmiştir (Öztürk ve Hasdemir, 2021).

Tablo 2.3: Menfezlerde bırakılması gereken en az hava payı mesafeleri

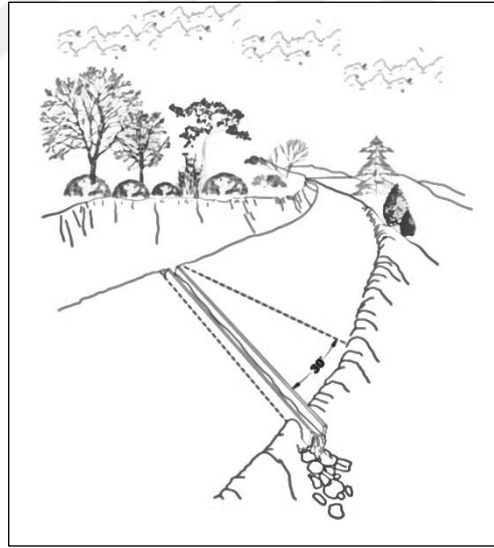
Açıklık (m)	En az hava payı (m)
0,70	0,25
1,0	0,35
2,0	0,60
3,0	0,80

Tablo 2.4: Yol eğimine göre menfezler arasındaki mesafeler

Yol Eğimi (%)	Menfezler arasındaki mesafe (m)
2 - 5	90-150
6 - 10	60-90
11 - 15	30-60

2.9.1. Yol Üstü Açık Menfezler

Yol güzergâhı boyunca yolun üst bölümünden eğime bağlı olarak akan yağmur sularının oyucu etkilerini güvence altına almak ve suyu yolun dolgu kısmına doğru saptırmak amacıyla yapılan, yuvarlak ağaçlardan ya da biçilmiş malzemeden, beton ve plastik malzemelerden yol yüzeyine yapılan menfezlerdir. Ham orman yollarında suyun yol yüzeyinden uzaklaştırılması çok önemli bir problemdir. Çünkü bu yollarda trafikten dolayı yol yüzeyinde tekerlek izleri oluşmaktadır. Bu yollarda dışa ve içe doğru verilen enine eğimler tekerlek izlerinden dolayı tam olarak etki sağlamaz ve yolu kayganlaştırabilir. Yol üstü açık menfezler yol eğiminin yüksek olduğu yollarda tercih edilir ve maliyeti en düşük tesistir (Öztürk ve Hasdemir, 2021).

**Şekil 2.12:** Yol üstü açık menfezler (Öztürk ve Hasdemir, 2021)

Bu açık menfezler, toprak yolun eğimi arttıkça kısa mesafeli olarak yerleştirilir. Yolun eğimine göre suları etrafa yaymadan erozyonu önleyebilecek açık menfez aralıkları Tablo 2.5’de verilmiştir.

Tablo 2.5:Yol üstü açık menfezler için saptanan aralıklar

Yolun eğimi (%)	Elverişli koşullarda (m)	Elverişsiz koşullarda (m)
5	72	-
6	56	-
7	48	-
8	44	30
9	40	28
10	36	26
11	34	24
12	32	22
13	28	20
14	27	18
15	26	16

2.9.2. Hazır Betonarme Tabliyeli Küçük Plak Menfezler

Drenaj yapılarının seçiminde talveg çizgisi çok önemlidir. Talveg kotuna göre drenaj yapısının üzerindeki dolgu miktarı belli olacağından drenaj yapısının seçimi buna göre yapılır. Plak menfezler, boykesitte dolgu kitlesi bulunmaması durumunda uygulanmaktadır. Esas itibariyle bu menfezler 0,40 – 0,60 - 0,80 m serbest açıklıkta kenar ayaklar üzerine oturtulan 0,50 m genişlikte ve 0,80 – 1,00 - 1,20 m uzunlukta betonarme plaklardan ibarettir. Plak menfezlerde araçlar doğrudan plaklar üzerinde hareket etmektedir. Söz konusu betonarme plaklar dışarıda hazır kalıplara dökülerek hazırlanır. Daha sonra da önceden hazırlanmış 0,50 m genişlikte kenar ayaklar üzerine yan yana dizilerek; platform genişliğince bütün açıklık örtülecek şekilde uygulanmaktadır (Şekil 2.13) (Öztürk ve Hasdemir, 2021)

**Şekil 2.13:** Hazır betonarme plak menfez

2.9.3. Betonarme Tabliyeli Kutu Menfezler

İki ucu açık, dikdörtgenler prizması biçiminde uzun kutu menfezler, yapım itibariyle küçük açıklıklı köprülere benzerler. Orman yollarında çok kullanılan bu menfezler, köprülerde olduğu gibi kenarayaklar üzerine oturtulur. Kenar ayaklar; yolun önemi, malzeme teminine olanakları doğrultusunda; kurutaş, harçtaş ve beton olarak düzenlenir. Menfezin tabliye kısımları ise demirli beton biçiminde yapılır. Kutu menfezlerin yapımı esnasında mecra tabanı düz olmalıdır. Mecradan akan suyun debisine bağlı olarak tek, iki veya üç gözlü olarak imal edilebilirler. Menfez yapımını etkileyen faktörlerden biri de üzerindeki toprak dolgunun yüksekliğidir. Serbest açıklığı $L = 1 - 1,5$ m arasında olan kutu menfezlerin üstündeki dolgu yüksekliği 15 m, serbest açıklığı $L = 2 - 2,5 - 3,0$ m olan tek gözlü menfezlerde ise dolgu yüksekliği en çok 9 m olmalıdır. İki ve üç gözlü olanları ise en fazla 6,00 m dolgu yüksekliğine kadar uygulanabilir. Su akım hızı fazla olan ve taş sürükleyen derelerde “kutu menfez” tiplerinin uygulamasından imkân nispetinde kaçınılmalıdır. Menfezlerin giriş ve çıkışına kanat duvarlar yapılmalıdır. Menfez içerisine su girişi engellenmemelidir. Menfezin çıkış kısmında suyun oyucu etkisi ile temelin oyulmasına müsaade edilmemelidir (Şekil 2.14) (Öztürk ve Hasdemir, 2021).



Şekil 2.14: Kutu menfez

2.9.4. Kemer Menfezler

Kutu menfezlerden 1,00-1,50 m açıklıkta olanlar en çok 15,0 m, 2,00-3,00 m açıklıkta olanlar ise en çok 9,0 m yükseklikte dolgu altında kullanılabilirler. Tabliyeli menfezler ise genellikle dolgu altında yapılmazlar. Bu nedenle, daha yüksek, örneğin 20 m’ye kadar dolguların altında kemer menfezler kullanılabilir. Kemer menfezler kargir veya beton kemerli olarak inşa edilirler (Şekil 2.15) (Öztürk ve Hasdemir, 2021).



Şekil 2.15: Kemer menfez

2.9.5. Tabliyeli Menfezler

Köprülerin taşıyıcı elemanları ve tabliyeleri; ahşap, çelik veya betonarme olabilmektedir. Tabliyeli büyük menfezlerde de aynı malzemeler kullanılmaktadır. Köprülerle, tabliyeli büyük menfezler arasında; açıklıkları dışında; gerek inşaat, gerekse mukavemet hesapları yönünden bir fark bulunmamaktadır (Bayoğlu, 1997). Orman yollarında kullanılan tabliyeli menfezlere 0,60 m – 3,0 m'ye kadar açıklık verilmektedir. Alt yapı ve üst yapı olarak iki kısma ayrılırlar. Alt yapı; temel, beton ya da kagir kenar ayaklardan oluşur. Üst yapı ise; ayaklar üzerine iki uçtan basan betonarme bir tabliyeden oluşmaktadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Tabliyeli mefez

2.10. DRENAJ SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Drenaj sisteminin bileşenlerinin birlikte iyi çalışması önemlidir. Drenaj sisteminin bir bileşeni bozulursa, yalnızca o belirli konumdaki drenajı tehlikeye atmakla kalmaz, aynı zamanda diğer drenaj bileşenlerinin aşırı yüklenmesine neden olabilir ve bu da sel nedeniyle yolların daha fazla zarar görmesine neden olabilir.

2.10.1. Kenar Hendeği

Hendekler, suyu karayolundan uzaklaştırarak akarsulara veya diğer doğal suyollarına taşır. Bunu yapmak için hendekler güvenlik, bakım, su akışı ve erozyon kontrolü için uygun şekilde şekillendirilmelidir. Bakımlı, düzgün akan bir hendek, kendi kendini temizlemeyi ve sürekli akışı sağlamaya yetecek kadar yoğun bitki örtüsü (uzun ot) ve durgun sudan arındırılmış olacaktır.

Hendeklerde Erozyon Kontrolü için suyu yol sisteminden erozyon oluşturmadan uzaklaştırmak için hendek yapılmalıdır. Erozyondan korunma ihtiyacı tüm kanal ve hendek tasarımları için değerlendirilmelidir. Düz hendek eğimlerinden kaynaklanan çimlenmiş bir hendek veya durgun su için tasarım deşarj hızı oyulma hızını aştığında bir kanal kaplaması gereklidir. Asfaltlanmış hendeklerin kanal kaplaması olarak kullanılması önerilmez (HDM, 2013).

2.11. DRENAJ SİSTEMİNDE YAPILMASI GEREKENLER

Eksiksiz bir drenaj sistemi tasarımı, hem büyük hem de küçük drenaj sistemlerinin dikkate alınmasını içerir. Drenaj bileşenler kafa hendekleri, büzler, menfezler, hendekler, baş duvarlar, kasisler, yol üstü açık menfezler ve su kalitesi kontrol tesislerini içerir (Achleitner, 2006). Drenaj sistemleri normalde 10 yıllık frekanslı fırtına olaylarından gelen akışı taşımak için tasarlanmıştır (Achleitner, 2006).

Drenaj yapılarının yanlış hizalanmasından kaçınılması, tehlikeli trafik sorunlarının ve yapıların temel, mesnet ve ayaklarının zarar görmemesi için önemlidir. Akarsu ve nehir akışlarının çapraz akımları, drenaj yapılarının temellerine, ayaklarına zarar verir. Dar kesitler ve sert zemin, drenaj yapılarının yapımında hafriyat maliyeti dışında yapım maliyetini en aza indirmek için önemlidir. Drenaj konfigürasyonlarının sert zemin üzerine yapılması yıkama problemini ortadan kaldırır.

2.11.1. Yol Drenaj Sisteminde Akış Hızı

Su akışını bir yolun altına iletmek için bir menfezin eklenmesi, yapının akış hızında bir artışa neden olabilir. Artan akış hızı, kanal profilinin aşınmasına ve bozulmasına neden olur. Bu etki, memba, mansap ve menfezin kendisi için zararlı olabilir. Doğal akış hızı aşındırıcı hızı aşarsa, menfez çıkışındaki artan hız bu doğal olarak meydana gelen süreci hızlandıracaktır. Alt arazileri ve yol setini korumak için aşındırıcı hızdan kaçınılmalıdır.

3. YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA ALANI VE ÖZELLİKLERİ

3.1.1. Konum

Araştırma amacıyla İstanbul ili Çatalca ilçesi sınırlarında İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü, Yalıköy Orman İşletme Şefliği belirlenmiştir. Yalıköy Orman İşletme Şefliği doğusunda Küçükçekmece-Arnavutköy, kuzeyinde Karadeniz, batısında Marmara Ereğlisi, Saray, Çerkezköy, güneyinde Marmara Denizi, ilçeleriyle çevrilidir. İşletme Müdürlüğüne bağlı 7 şeflik vardır. Bunlar; Kadastro Mülkiyet Şefliği, Çatalca, Yalıköy, Silivri, Durusu, Binkılıç ve Karacaköy Orman İşletme Şeflikleridir.



Şekil 3.1: Yalıköy Orman İşletme Şefliği alanı

Yalıköy Orman İşletme Şefliği Ekvatora göre 41 25' 15 '' - 41 31' 33'' kuzey enlemleri ile Greenwich'e göre 28 11' 33 '' - 28 21' 32'' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Plan ünitesinin en yüksek yeri Semerkaya Tepe civarındaki 400 m rakımlı stabilize yol, en alçak noktası ise deniz seviyesidir.

Plan ünitesi İstanbul metropolünün merkezine yaklaşık 120 km, Çatalca ilçe merkezine ise 50 km mesafede yer aldığından ulaşım problemi bulunmamaktadır. 1 adet odun deposu bulunmaktadır. Ancak üretilen odun emvali çoğunlukla dikili satış ve rampada istiflenerek değerlendirilmektedir.



Şekil 3.2: Yalıköy Orman İşletme Şefliği konumu

3.1.2. Topoğrafik Yapı

Araştırma alanı, Marmara geçiş bölgesi iklim kuşağı içerisinde, Karadeniz'den gelen nemli hava akımları ile kısmen yarı nemli orman kuşağına sahiptir. Bölgenin yükseltisi, deniz yüzeyinden 400 metreye kadar çıkmaktadır. Bölgenin arazisi genellikle orta seviyede eğime sahip ve kısa uzunluktaki yamaçlardan oluşan peneplen benzeri bir topoğrafik yapıya sahiptir.

Araştırma alanı ortasında batıdan doğuya doğru 300-400 m yükselti aralığındaki dağlık silsile ile ikiye bölünür. Buradan kuzeye ve batıya doğru alçalarak inen düze yakın sırtlardan meydana gelmektedir. Bölge içerisinde en yüksek yer Semerkaya Tepe (407 m)'nin yanında şeflik sınırı olan ve 400 m rakımdan geçen stabilize yoldur. Yükselti ve bakı doğal ağaç türlerinin yayılışında belirleyici bir rol oynamaktadır.

3.1.3. İklim

Bölge, Marmara bölgesinin iklim özelliklerini gösterir. Bölgenin iç kısımlarında yazlar sıcak ve kurak olarak geçer. Aynı zamanda, Karadeniz'e bakan yamaçlar yağışlı ve serindir. Kışları sahile bakan bölgeler ılıman, iç kısımlar daha soğuktur. Bölgede nispi nem ve bulutluluk daha azdır. Marmara Bölgesinin iklimsel özelliği; hafif yaz sıcakları, oldukça soğuk kışlar, kar yağışı normal, don daha siktir.

Marmara Denizi kıyılarında 650 milimetre kadar olan yıllık yağış, kuzey kıyılarda 750 mm civarlarındadır. Bölge içerisinde 200 metreden daha yüksek bölümlerinde ise bu miktar 1000 mm'ye çıkmakta veya biraz daha fazla olmaktadır.

Küresel İklim değişikliği senaryolarına göre sıcaklık ve yağış miktarlarındaki gelecek öngörülerini aşağıdaki gibidir. Bu hesaplamalara göre önümüzdeki 50-60 yılda yörenin genel ortalama sıcaklıklarında artış ve buna bağlı kuraklık artışı beklenmektedir. Bu durum ağaç türlerinin yayılışı ve sağlık durumunu etkileyecektir. Dolayısı ile yapılacak ormancılık faaliyetlerinde, meşcere stabilitesinin ve kapalılığının korunması, özellikle ışıklı bakılarda ve alçak rakımlı yamaçlarda daha da önemli hale gelecektir.

Bölgedeki donlu günler sayısı meteorolojik ortalamalar tablosuna göre 33 gündür. Bu durum vejetasyon süresi içinde ise 3 gündür.

Bölgenin meteorolojik tablosuna göre, araştırma alanı en yüksek sıcaklık ortalaması 26,9°C ile Haziran ayında, en düşük sıcaklık ortalaması 4,0 °C ile Şubat ayında görülmektedir. Bu rakamlara göre yörenin en soğuk ayı Şubat, en sıcak ayı ise Haziran'dır. Yıllık ortalama sıcaklık 15°C' tır (Anonim, 2011).

Genel olarak hâkim rüzgârların yönü kuzeydoğudur. Vejetasyon döneminde de rüzgâr kuzeydoğu yönünden esmektedir. Rüzgâr şiddeti ortalama 2,2 m/s'ye olmasına rağmen, vejetasyon dönemi içinde bu hız 1,9 m/s ye düşmektedir (Anonim, 2011)

Tablo 3.1: İstanbul İli Meteorolojik Rasat Değerleri Tablosu.

İSTANBUL	Ocak	Şubat	Març	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık	Vejetasyon Dönemi	
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970 - 2011)															
Ortalama Sıcaklık (°C)	6,6	6,6	8,4	12,7	17,4	22,1	24,5	24,2	20,8	16,4	11,9	8,5	15,0	18,8	
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9,3	9,7	12,1	17,0	22,1	26,9	29,4	29,2	25,5	20,2	15,2	11,2	19,0	23,2	
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4,2	4,0	5,5	9,3	13,5	18,0	20,4	20,5	17,4	13,6	9,3	6,2	11,8	15,3	
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,2	3,1	4,3	6,0	8,1	9,5	10,3	9,3	7,6	5,1	3,3	2,2	71,0	59,2	
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15,6	14,2	11,8	10,7	7,3	5,4	3,7	4,0	5,6	10,2	11,2	15,4	115,1	58,1	
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	78,3	64,3	60,1	50,0	29,3	26,7	22,3	24,0	36,9	71,8	74,3	94,8	632,8	335,3	
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970 - 2011)*															
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22,4	24	26,8	33,3	36,4	40,6	40,6	40,5	36,6	34,2	27,2	25,5	41	40,6	
En Düşük Sıcaklık (°C)	-7,9	-8	-6,9	0,6	3,6	9	12	12,2	7,3	2,2	-1,6	-3,4	-8	-1,6	
Günlük															
En Yüksek Yağış Miktarı Günlük	10.09.1961	136,1 kg/m ²													
En Hızlı Rüzgâr	20.07.1973	99,7 km/sa													
En Yüksek Kar	09.03.1987	44,0 cm													

3.1.4. Bitki Örtüsü

İstanbul florası yaklaşık 2000 doğal tür ile Türkiye'nin diğer bölgelerine oranla önemli bir konuma sahiptir. Bölgenin bu şekilde zengin bir floraya sahip olması iklimine, coğrafik

pozisyonuna ve jeolojisine borçludur. İstanbul florası, ülkemiz ve dünya için nadir olan türler bakımından zengin olması yönünden de ayrıca önemli bir konumdadır. .

Avrupa ve Asya yakalarında toprak şartları bakımından çok büyük farklılıklar görülmemesi ile birlikte Doğal Bitki Örtüsü iklimi yansıtacak karakterdedir. Bölgede geçiş ikliminin görülmesi sebebiyle bölgenin güney kesiminde kuru orman olarak adlandırılan farklı bir orman formasyonu, kuzey kesimlerde ise nemli ormanlar gelişmiştir. Bu iki farklı iklim formasyonu arasındaki sınır, Marmara Denzine ve Karadeniz'e ulaşan akarsular arasındaki su bölümü çizgisine denk gelir. Bölgedeki akarsu vadileriyle yardımıyla nemli hava vadiler boyunca iç kısımlara doğru ilerleyerek Karadeniz bölgesine ait neme bağımlı bitki türlerinin güney bölgelere ilerlemesini sağlamıştır.

Bölge içerisinde baskın ağaç türü meşelerdir (*Quercus robur*, *Q. fainetto*, *Q. petrea*). Doğu Kayını (*Fagus orientalis*), Dişbudak (*Fraxinus exelcior*), Titrek Kavak (*Populus tremula*), Adi findık (*Corylus avellana*), Akçağaç türleri (*Acer campestre*, *A. trautvetteri*), Adi gürgen (*Carpinus betulus*), Ova karağacı (*Ulmus minor*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Gümüş İhlamur (*Tilia argentea*, *T. Tomentosa*), Söğüt türleri (*Salix caprea*, *S. cinerea*) gibi nem isteği yüksek olan türler karışıma girer.

3.1.5. Toprak

İşletme Şefliği toprak yapısı 1.sınıf kahverengi orman toprağıdır. Bu topraklar kireçsiz kolüviyal topraklardandır. Taşlılık oranı %20'den daha azdır. Alanda yapılan ağaçlandırmalarda fıstıkçanı, sahil çanı kullanılmış olduğu görölmektedir. Toprak, tipik Karadeniz sahilindeki toprak yapısıyla aynıdır. Alanda kestane kocayemiş, laden gibi türlerin de yetişmesine imkân veren 1.sınıf kahverengi orman toprağı vardır ve alanın geneline yaygındır.

Bölgedeki farklı edafik ve çevreyle ilgili karakteristiklerin o alanda bulunan bitkilerin türleri ile yakından ilişkisi bulunmaktadır. Özellikle alanın toprak (edafik) karakteristikleri aşağıdaki gibidir;

- Kahverengi orman toprakları
- Alüviyal topraklar,
- Kolüviyal topraklar

İşletme Şefliği sahil kesimlerinde kumul ekosistemleri de görölmektedir.

3.2. YÖNTEM

Çalışmaya araştırmanın yapıldığı İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Yalıköy Orman İşletme Şefliği içerisinde yer alan 110 kod nolu orman yolu detaylı bir şekilde incelenerek başlanmıştır. Arazi çalışmaları gerçekleştirilirken, GPS (Global Position System) ile tüm yol güzergâhı gezilerek, drenaj yapılarının yapılacağı noktalarda koordinatları alınmıştır. Drenaj yapılarının yapılacağı alanlar İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Makine ve İkmal Şube Müdürlüğü elemanları tarafından belirlenmiştir. Drenaj yapılarının boyutları da yine aynı birim tarafından belirlenmiş olup, bu tez çalışmasında drenaj yapılarının kesit alanlarının doğruluğu ve kullanılacak drenaj yapılarının boyutlarının doğruluğu da incelenecektir. Orman yolunun mevcut durumuna göre yapılacak olan çalışmalar yanında, drenaj yapılarının konumlandırılmasından yerleştirilmesine kadar olan tüm safhalar ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Ülkemizde orman yollarında ilk defa uygulanan çelik menfezlerin yerlerine yerleştirilme çalışmaları, iş gücü kullanımı, iş güvenliği ve çevresel etkiler açısından incelenmesi gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmaları sonrasında yol güzergâhı boyunca belirlenmiş olan menfez yerlerinin havza alanları ArcGIS Hydro modülü ile belirlenmiştir. Bu şekilde havzaların her birinin km² olarak alanı belirlenmiştir. Bu araştırma alanı bilgileri, dere geçiş noktaları ile yolların kesiştiği bölgelerdeki gerekli olan drenaj yapısının ihtiyacını ve gerekliliğini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Talbot formülü yardımıyla menfezlerin yapılacağı alanlarda gerekli olan kesit alanı hesaplanmış ve bu alanlarda yapılan drenaj yapılarının kesit alanları ile karşılaştırılmış ve ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda yol güzergâhında kullanılan çelik menfezlerin orman alanları için uygunluğu, çevresel etkileri, inşa zamanı bakımından uygunluğu gibi konular değerlendirilerek çeşitli öneriler getirilmiştir.

Drenaj yapılar orman yolları için çok önemli yapılardır. Farklı malzemelerle ve farklı boyutlarda inşa edilen drenaj yapılarında amaç suyun yol çevresinden uzaklaştırılmasıdır.

Bu çalışmada orman yollarında ilk defa uygulanan çelik menfezler incelenmiştir. Çelik menfezlerin teknik özellikleri: yol güzergâhında yerleştirme şekilleri, baş duvarların yapılması gibi teknik konular ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. Bu menfezlerin orman yolu için uygunluğu, dolguların durumu, yapım kolaylığı incelenmiştir.

3.2.1. Hidrolik Sanat Yapılarının Kesitlerinin (Debuşelerinin) Belirlenmesi

Dere yatağından yola doğru gelecek maksimum debiyi karşılayabilecek drenaj yapısı için uygun, çevre zararı az olan ve ekonomik boyutun belirlenmesi amacıyla, öncelikle bu drenaj yapısının kesit büyüklüğünün belirlenmesi gerekmektedir. Drenaj yapısının kesitinin ortaya konmasında Talbot formülü ilk yaklaşım olarak kullanılmaktadır (Özçelik 1982). Bu formül;

$$S = 5,791 \cdot C \cdot \sqrt[4]{A^3}$$

Burada;

S = Hidrolik sanat yapısının enkesit alanı (m²)

C = Talbot katsayısı

A = Havza alanı (km²)

Talbot formülü, son ve kesin boyutların belirlenmesinde ilk yaklaşım amacıyla kullanılmaktadır. Talbot katsayısı (C) bölgenin topografik yapısına ve üzerindeki orman yapısına bağlı olarak değişmektedir (Öztürk & Hasdemir, 2021)

Tablo 3.2: Havzanın genel özelliklerine göre akım katsayıları.

Zemin cins ve özellikleri	Akım katsayısı (C)
Su sızdırmaz yüzeyler	0,90 – 0,95
Dik ve çıplak yüzeyler	0,80 – 0,90
Dalgali ve çıplak yüzeyler	0,60 – 0,80
Düz ve çıplak yüzeyler	0,50 – 0,70
Dalgali meralar	0,40 – 0,65
Yaprağını döken ormanlar	0,35 – 0,60
İğne yapraklı ormanlar	0,25 – 0,50
Meyve bahçeleri	0,15 – 0,40
Vadi içi tarım alanları	0,10 – 0,30

Drenaj yapısının kesit alanını direkt olarak etkileyen bir kriter olması ve yaklaşık 0,1 değerinde bir artışın kesit alanını büyük ölçüde etkilemesi sebebiyle Talbot katsayısının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Talbot katsayısının seçiminin yapılmasında bölgenin iyi bir şekilde etüt edilmesi boyutlandırma açısından ne kadar önemli bir olgu olduğunu açıkça göstermektedir. Alansal olarak büyüklük farkı olan ve farklı topografik yapılara sahip havzalarda Talbot formülüne göre hesap edilen drenaj yapılarının kesit alanları Tablo (3.3)'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Talbot formülüne göre hidrolik yapı kesit alanları.

Havza Alanı (A)		C Katsayısına Göre Hidrolik Yapı Enkesit Alanı (S) (m ²)						
Km	Ha	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
0,1	10	0,21	0,31	0,41	0,51	0,62	0,72	0,93
0,2	20	0,35	0,52	0,69	0,87	1,04	1,21	1,56
0,3	30	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,64	2,11
0,4	40	0,58	0,87	1,17	1,46	1,75	2,04	2,62
0,5	50	0,69	1,03	1,38	1,72	2,07	2,41	3,10
0,6	60	0,79	1,18	1,58	1,97	2,37	2,76	3,55
0,7	70	0,89	1,33	1,77	2,22	2,66	3,10	3,99
0,8	80	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,43	4,41
0,9	90	1,07	1,61	2,14	2,68	3,21	3,75	4,82
1,0	100	1,16	1,74	2,32	2,90	3,47	4,05	5,21
2,0	200	1,94	2,92	3,90	4,87	5,84	6,82	8,77
3,0	300	2,64	3,96	5,28	6,60	7,92	9,24	11,88
4,0	400	3,28	4,91	6,55	8,19	9,83	11,47	14,74
5,0	500	3,87	5,81	7,75	9,68	11,62	13,55	17,43
6,0	600	4,44	6,66	8,88	11,10	13,32	15,54	19,98
7,0	700	4,98	7,48	9,97	12,46	14,95	17,45	22,43
8,0	800	5,51	8,26	11,02	13,77	16,53	19,28	24,79
9,0	900	6,02	9,03	12,04	15,05	18,05	21,06	27,08
10,0	1000	6,51	9,77	13,03	16,28	19,54	22,08	29,31
11,0	1100	7,00	10,49	13,99	17,49	20,99	24,48	31,48
12,0	1200	7,47	11,20	14,93	18,67	22,40	26,14	3,60
13,0	1300	7,93	11,89	15,86	19,82	23,79	27,75	35,68
14,0	1400	8,38	12,57	16,77	20,96	25,15	29,34	37,72
15,0	1500	8,83	13,24	17,66	22,07	26,48	30,90	39,73
16,0	1600	9,27	13,90	18,53	23,16	27,80	32,43	41,70
17,0	1700	9,0	14,54	19,39	24,24	29,09	33,94	43,63
18,0	1800	10,12	15,18	20,24	25,30	30,36	35,42	45,55
19,0	1900	10,54	15,81	21,08	26,35	31,62	36,89	47,43

Hidrolik sanat yapısının kullanılacağı yere göre seçiminde etken olan başka durumlar ise, drenaj yapısı cinsi, enkesitte taban eğimi ve menfezin yapım süresidir.

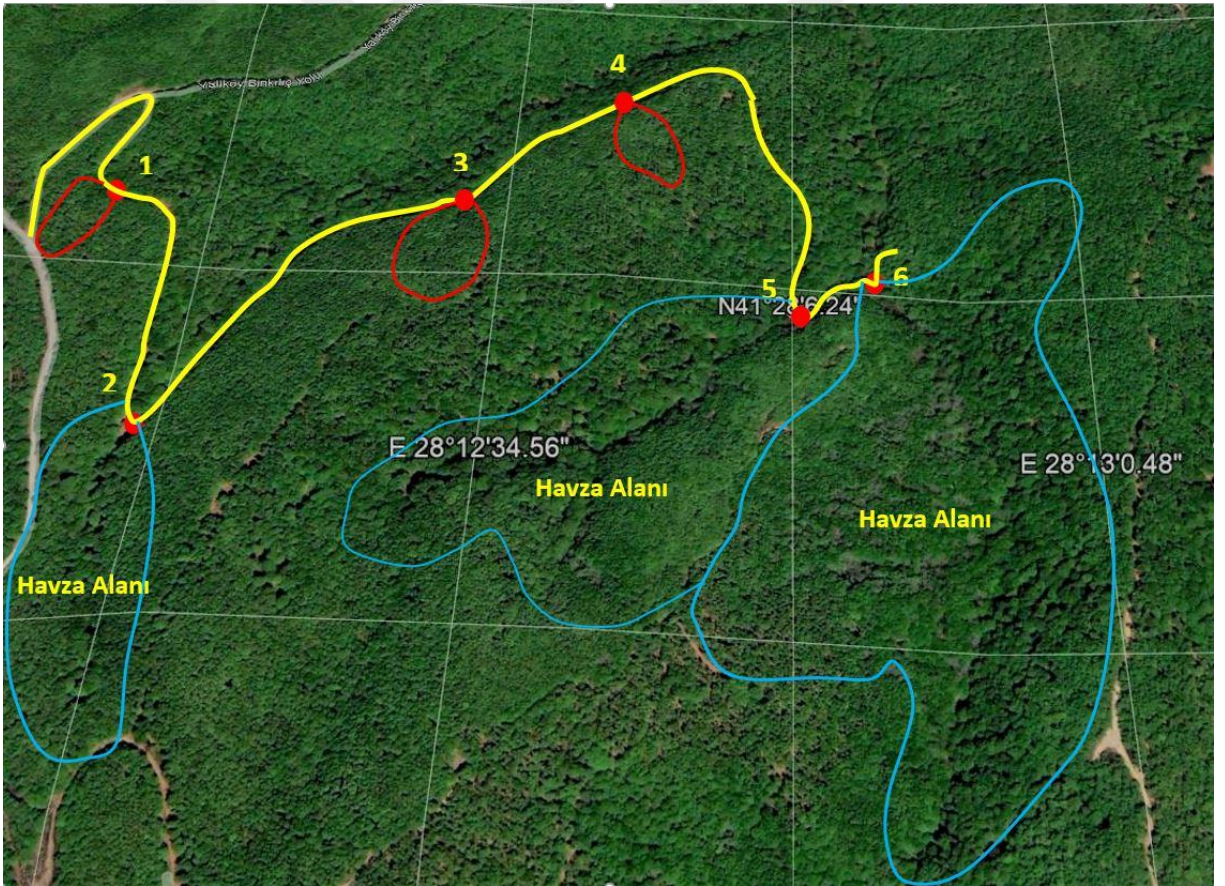
Yukarıda belirtilen kriterler göz önüne alınarak, drenaj yapısının tipi ortaya konduktan sonra, yapının boyutlarının kesin hesaplarına esas oluşturan havzanın hidrolik etkenleri irdelenir. Böylelikle bölgede yapılacak yapının boyutları kesin olarak belirlenir. Havzalar için kullanılan bir yöntem olan bölge için Rasyonel formülle hesaplanan (10) ve (100) yıllık (Q) taşkın debileri, belirlenen menfez tipine ve Talbot formülü ile belirlenen kesitlerine ve dere eğimi ile, menfez pürüzlülük katsayısına göre menfez içinde yaratacağı akım rejimini ortaya koyarak bu akımın menfez giriş ve çıkışındaki koşulları saptanır. Bu koşullar göz önüne alındığında (10) yıllık frekanslı bir taşkının menfezin giriş bölümünde menfez üst kotundan

20 cm'den fazla olmaması ve (100) yıllık frekanslı taşkınların ise yol dolgusu üzerinden aşmaması gerekir. Bu koşulların belirlenmesi ise, arazi çalışmalarında belirlenen koşullarda ortaya çıkacak akım rejimine göre memba ve mansaptaki hidrolik yükleri belirlemekle olur. Belirlenen drenaj yapısının türüne göre yukarıdaki koşulları sağlayan en küçük menfez kesit araştırılır ve bu durumda en ekonomik kesit bulunmuş olur (Sonuç, 1977).

En küçük kesit ve en ekonomik drenaj yapısı olan kutu menfez ve büzler için yaygın olarak kullanılan akım abakları ve kabarma nomogramları hazırlanmıştır. Bu abaklarla hesaplanmış olan boyutlar ve debi için drenaj yapısı içinde doğacak akım, kritik akımla karşılaştırılır ve menfez giriş ve çıkışında taşkın debisi için kabarma durumları belirlenir. Bu kabarma durumlarına göre (Q_{100}) ve (Q_{10}) frekanslı taşkınlar için yukarıda ortaya konan koşulları yerine getirecek drenaj yapısı kesitinin boyutları araştırılarak saptanır (Sonuç, 1977)

4. BULGULAR

Bu çalışma Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü Yalıköy Orman İşletme Şefliği içerisinde yer alan 110 kod nolu orman yolunda yapılmıştır. Orman yolu 2+500 km olup, B tipi orman yolu olarak yapılmıştır. Fakat bu orman yolu uzun süredir araçlar tarafından kullanılmadığından büyük onarım ihtiyacı bulunmaktadır. Yol güzergâhı boyunca zaman zaman oluşan su baskınları nedeniyle dere geçişleri bozulmuş ve tamamen kapanmıştır. Yol güzergâhının çevresindeki ağaçlar ve bitkiler büyüyerek yolun yer yer tamamen kapanmasına neden olmuştur. Bunun yanında, yolun kenar hendekleri kapandığından ve yağmur suları yol yüzeyinden hareket ettiğinden yol güzergâhı boyunca heyelanlar, toprak kaymaları ve yüzey bozulmaları görülmüştür. Yol güzergâhı boyunca üç adet büyük dere geçişi bulunmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Orman yolu güzergâhı ve havza alanları

Bu dere geçişlerinden özellikle iki tanesinde yolun kullanılmadığı dönemlerde gelen büyük su kütelleri nedeniyle yol bu noktalarda tamamen kesintiye uğramıştır. Yol mevcut durumuyla araç gidiş-gelişine olanak vermeyen bir durumdadır (şekil 4.2) ve (şekil 4.3).



şekil 4.2: Yol güzergâhındaki yüzey bozulmaları



şekil 4.3: Yol güzergâhındaki heyelanlar ve akmalar

110 kod nolu orman yolu güzergâhı boyunca yapılacak olan drenaj yapılarının yapım çalışmalarından önce gzerghta belirli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu alışmalar sırasıyla aşağıda anlatılmıştır.

Orman yolu güzergâhı boyunca öncelikle bir buldozer yardımıyla kazı ve dolgu çalışmaları yapılmıştır. Yol yüzeyi kazılarak yüzeyde meydana gelen deformasyonların ve yol yüzeyindeki bitki örtüsünün kaldırılması yanında güzergah boyunca meydana gelmiş çökme ve göçme yerleri doldurularak yol stabil bir hale getirilmiştir. Derelerin meydana getirdiği büyük oyuklar da dolgu yapılarak düzeltilmiştir (şekil 4.4 ve şekil 4.5) .



Şekil 4.4: Buldozer yardımıyla kazı ve dolgu çalışmaları



Şekil 4.5: Yol yüzeyinin temizlenmesi

Yol güzergâhı boyunca zamanla büyüyen ağaç ve ağaççıklar yolun güneşlenmesini önlemesi yanında ileri de yol güzergâhında yapılacak olan taşıma çalışmalarına engel oluşturacağından öncelikle yolun sağ ve sol tarafında 3 m'lik bölüm içerisindeki bitkiler kesilerek alandan uzaklaştırılmıştır. Bu sayede yol güzergâhı belirgin bir şekilde ortaya çıkması yanında yolun güneşlenerek kısa sürede kuruması sağlamıştır. Üçüncü aşamada yolun kazı şevleri bir ekskavatör yardımıyla düzeltilmiş ve özellikle kurup alanlarında görüşün daha uygun olması açısından şevlerin açıları ayarlanmıştır (Şekil 4.6) .



Şekil 4.6: Yolun kazı şevlerinin ekskavatörle düzenlenmiş hali

Bu çalışmalardan sonra İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Makine ve İkmal Şube Müdürlüğü tarafından yerleri ve kesit alanları belirlenmiş 6 adet menfez kazılarına başlamıştır. Yol güzergâhı boyunca yapım yerleri kontrol edilen drenaj yapılarının yol yüzeyine konumlandırma yerleri de belirlendikten sonra drenaj yapılarının yerleştirileceği yerler bir ekskavatör yardımıyla kazılmıştır (Şekil 4.7)



Şekil 4.7: Menfez kazılarının yapılması ve menfezlerin yerlerine yerleştirilmesi

110 kod nolu orman yolu için yapılması planlanan menfezler çelik menfezlerdir. Bu menfezler ülkemizde orman yollarında ilk defa kullanılmıştır. Orman yolunda kullanılan çelik menfezler 80, 150, 160 ve 170 cm çaplarında yuvarlak çelik şeklinde imal edilmiştir. Çelik yapının üstü galvaniz kaplı olup, galvaniz kaplama dış etkilere karşı yapıyı daha dayanıklı hale getirmektedir. Çelik menfezin teknik özellikleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1:Çelik menfez teknik özellikleri

Açıklama	Özellik
Tanımlama	Sıcak daldırmayla sürekli kaplanan çelik yassı manül
Boru çapları	Ø1700, Ø1600, Ø1500, Ø800
Çelik sınıfı	S250GD
Standart	EN10346
Akma noktası	250mpa
Çekme noktası	330mpa
Uzama	% 19
Kaplama	Her iki tarafa 600gr/ m ² çinko kaplama Her iki tarafa 42pm eş değeri.

Bu orman yolu güzergâhı boyunca kullanılan çelik menfezlerin büyük dere geçişlerinde uzunlukları önce 10 m olarak planlanmış ve daha sonra bu boyutun yeterli olmayacağı ortak kararıyla dere geçişlerindeki boyutları 15 m olarak düzenlenmiştir. Yol güzergâhı boyunca kullanılan 6 adet menfezin 3 adedi dere geçişleri için geri kalan 3 adedi ise kenar hendeklerindeki suyun yolun karşısına geçirilmesi amacıyla planlanmış ve yapılmıştır. Menfezlerin yapı ve boyutsal özellikleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Çelik menfezlerin yapısal ve boyutsal özellikleri

No	Çap (mm)	Malzeme Sınıfı	Uzunluk (m)	Hidrolik kesit (m ²)	Plaka kalınlığı (mm)	Yapı ağırlığı (kg)
1	Ø 800	HC800	7.0	0.50	1.5	247.50
2	Ø 1500	HC1500	15.0	1.77	2.0	1344.75
3	Ø 800	HC800	10.0	0.50	1.5	353.70
4	Ø 800	HC800	10.0	0.50	1.5	353.70
5	Ø 1600	HC1600	15.0	2.01	2.0	1434.45
6	Ø 1700	HC1700	15.0	2.27	2.0	1524.25

Çelik menfezlerin yol güzergâhı boyunca yerleştirildikleri alanlardaki kazılar çelik menfezin çapının büyüklüğüne göre belirlenmiş, kazı genişlikleri ve derinlikleri ona göre yapılmıştır. Çelik menfezlerin yerleştirilmesi için yapılan kazı miktarları Tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Çelik menfez boyutları ve kazı miktarları.

No	Menfez uzunluğu (m)	Menfez çapı (cm)	Kazı (m)			Kazı hacmi (m ³)
			Genişliği	Derinliği	Uzunluğu	
1	7	80	3.20	2.70	9.0	77.76
2	15	150	4.50	3.00	15.0	202.50
3	10	80	3.30	2.30	9.5	72.11
4	10	80	3.20	2.30	6.0	44.16
5	15	160	4.50	3.00	15.5	209.25
6	15	170	4.50	3.00	15.5	209.25

Dere yataklarına yerleştirilen menfezler dere akış yönüne ve derenin yatağına göre belirlenmiş, dere yatağının şekli değiştirilmemiştir. Kazı şevlerinden ve yol yüzeyinden gelerek kenar hendeklerinde toplanan suların drenajı için yapılan çelik menfezler ise yol güzergâhına belli bir açıyla (30°) yerleştirilmişlerdir. Çelik menfezlerin üst kısımlarında en az menfez çapı kadar dolgu olmasına özen gösterilmiştir. Çelik menfezlerin yerlerine yerleştirilmeleri çalışmalarında öncelikle kazı alanındaki satıh düzeltilmiş ve daha sonra menfezin oturacağı kısmın altına 20 cm yüksekliğinde dolgu malzemesi serilmiştir. Menfezlerin yerleştirilmesi esnasında kullanılan dolgu malzemesi 0,25'lik dolgu malzemesidir. Menfez altı dolgu tabakası düzeltildikten sonra menfezler bir ekskavatör yardımıyla yerlerine indirilmiştir. Menfez yerine konulduktan sonra iki işçi tarafından menfezin alt sağ ve sol tarafları dolgu ile sıkıştırılarak menfezin hareketi önlenmiştir (Şekil 4.8).

**Şekil 4.8:** Menfezin yerine yerleştirilmesi

Daha sonra menfezlerin üst ve yan kısımları yol yüzeyine 30 cm'lik tabakalar halinde doldurularak sıkıştırılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Dolgunun yapılması

Bu çalışmalardan sonra menfez yapımında en fazla zamanı alanı baş duvarların yapımı sırasıyla tamamlanmıştır. Baş duvarlar menfezlerin giriş ve çıkış noktalarında yapılmıştır. Baş duvarlar yapılırken öncelikle dolgunun akmasını engelleyecek şekilde boyutları belirlenerek inşa edilmiştir (Şekil 4.10). Baş duvarlar harçlı taş duvar şeklinde yapılmıştır. Baş duvarların boyutları Tablo 4.4’de, baş duvarlar için kullanılan taş hacmi ve ayrıca çelik menfezlerin üzerinde yapılmış olan dolgu miktarı Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.4: Baş duvarın boyutları ve kullanılan taş hacimleri

No	Baş duvar (Giriş) (cm)			Baş duvar (Çıkış) (cm)		
	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği	Uzunluğu	Genişliği	Yüksekliği
1	340	40	190	420	40	180
2	480	40	250	580	40	280
3	340	40	180	270	40	180
4	420	50	180	470	50	210
5	710	50	280	550	50	280
6	530	50	310	490	50	270

Tablo 4.5: Çelik menfez üzerine yapılan toprak dolgu miktarı

No	Baş Duvar Hacimleri (m ³)		Toplam Dolgu Hacmi (m ³)
	Giriş	Çıkış	
1	3.14	3.80	74.22
2	4.80	6.50	175.95
3	2.45	1.95	67.05
4	3.78	4.94	39.11
5	9.94	7.70	179.10
6	8.13	6.62	175.20

**Şekil 4.10:** Menfez baş duvarları

Baş duvarlar bittikten sonra menfezlerin dolguları sıkıştırılmıştır. 110 kod nolu orman yolunda son olarak 20 cm kalınlığında üst yapı yapılmıştır.

İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Makine ve İkmal Şube Müdürlüğü tarafından belirlenen kesit alanları Talbot yöntemiyle tekrar incelenmiş ve yol üzerinde kullanılan drenaj yapılarının havza alanlarına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Öncelikle orman yolu güzergâhı üzerinde drenaj yapılarının bulunduğu alanlardaki havzaların alansal büyüklükleri belirlenmiş ve daha sonra Talbot formülü ile kesit alanları hesap edilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Çatalca 110 kot nolu yoldaki menfezlerin seçimi

No	Havza Alanı (km ²)	Gerekli Kesit Alanı (m ²)	Talbot Katsayısı (C)	Firmanın Kesit Alanı (m ²)	Firmanın Büz Tercihi (cm)	Açıklama
1	0,024	0,212	0,60	0,502	80	Uygun
2	0,132	0,761	0,60	1,766	150	Uygun
3	0,026	0,225	0,60	0,502	80	Uygun
4	0,027	0,230	0,60	0,502	80	Uygun
5	0,282	1,345	0,60	2,009	160	Uygun
6	0,509	2,094	0,60	2,269	170	Uygun

Tablo 4.6 incelendiğinde Talbot formülünde kullanılmak üzere C katsayısı 0,60 alınmıştır. Arazi yapraklı meşcerelerden oluşmaktadır. Talbot formülüne göre belirlenen kesit alanları arazide uygulanan çelik menfezlerin kesit alanlarına uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Yol güzergâhında kullanılan tüm menfezlerde hava payı olarak da belirli payların kaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum özellikle 10-25-50 ve 100 yıllık yağışlarda da menfezlerin görevini yerine getirebileceği anlamına gelmektedir.

Çelik menfezlerin uzun süreli kullanımında dikkat edilecek hususlar arasında periyodik bakımların yapılması gerekmektedir. Özellikle baş duvarların kontrolleri her yıl düzenli yapılmalıdır. Bunun yanında, menfez üzerindeki dolgunun zamanla azalması menfez üzerindeki yükün artmasına neden olacağından dolguların da kontrol edilerek imkan dahilinde dolgu takviyesi yapılmalıdır.

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışması 2021 yılı içerisinde Yalıköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan 110 kod nolu orman yolunda yapılmıştır. Standartları B tipi orman yolu olan bu yol uzun süredir atıl durumda bulunduğundan geçen zaman içerisinde oldukça deforme olmuş ve geçit vermeyen bir yol şeklini almıştır. Bu orman yolu drenaj yapıları ve üst yapı bakımından büyük onarım çalışmalarına dâhil edip yola işlevsellik kazandırılmıştır. Orman yolu üzeri ve çevresindeki suların uzaklaştırılması yolun uzun süreli kullanım olanağını arttırmıştır. Orman yollarında büyük onarım çalışmalarından sonra yapılan drenaj yapıları üretim ve sosyal amaçla kullanılan yolların daha güvenilir olmasını sağlamaktadır (Nunamaker, LeBlanc, & Nakamura, 2007); (Anonim, 2011). Orman yolunda kullanılan drenaj yapısı olarak çelik menfezler kullanılmıştır. Çelik menfezlerin boyutları 7-15 m arasında, çelik kalınlıkları ise 1,5 – 2,0 mm arasında değişiklik göstermiştir. Gillies (2003) tarafından yapılan bir proje çalışmasında drenaj yapısı olarak seçilen çelik menfezler 2,7 m çapında, 7 m boyunda ve 3,5 mm kalınlığında seçilmiştir. Çelik menfezlerin çapları arttıkça çelik kalınlıkları da artmaktadır. Gillies (2004) tarafından British Columbia’da yapılan diğer bir çalışmada ise; dere yataklarının korunması amacıyla yuvarlak ve elips çelik menfezler kullanılmıştır. Bu çalışmada menfez boyutları 11-33 m arasında değişiklik göstermiştir. Çelik menfezler uzatılabilme için kelepçeler kullanılmıştır (Gillies, 2004). Bu tez çalışmasında çelik menfezlerin kazı alanına yerleştirilmesi sırasında dolgu malzemesi ile menfez altına yatak yapılması ve dolgunun tabakalar halinde serilerek sıkıştırılması yapılmıştır. Menfezlerin yerleştirilmesi sırasında dolgunun iyi bir şekilde yapılması, dolgu yapılırken menfezin sağa-sola hareketini kısıtlayabilmek için tabakalar halinde yapılması menfez stabilitesi için çok önemlidir (Wilson, 1996) (Anonim, 2018).

Çalışmada kullanılan çelik menfezlerin kesit alanları $0,502 \text{ m}^2$ ve $2,269 \text{ m}^2$ arasında değişiklik göstermiştir. Ayrıca Talbot formülü ile hesaplanan kesit alanları $0,212 \text{ m}^2$ ve $2,094 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu kesit alanları drenaj yapısının işlevselliğini tam olarak sağlamaktadır. Çalışkan (2003) tarafından Trabzon Maçka’da Yeşiltepe Orman İşletme Şefliği ormanlarında yapılan çalışma sonucunda kesit alanı olarak 1 m^2 ’den küçük kesit alanı olan yerlerde dairesel kesitli büz veya küçük menfez, kesit alanı $1 - 2 \text{ m}^2$ aralığında olan alanlarda sepetkulplu büz

veya kasis, kesit alanı 2 – 8 m² arasında olan alanlarda büyük menfez veya büzlü kasis ve kesit alanı 8 m²'den büyük olan alanlarda köprülerin kullanılmasını uygun görmüştür (Çalışkan , 2003). Öztürk (2020) tarafından İstanbul Belgrad Ormanı'nda yapılan diğer bir çalışmada, bir orman yolu üzerinde planlanan ve yapılan 7 adet kutu menfezin kesit alanlarının ve konumlandırılmalarının hatalı olması nedeniyle 5 adet menfez işlevini 2 – 3 yıl içerisinde tamamen yitirdiği belirlenmiştir. Bu durum ekonomik olarak zarar işletmeye zarar verdiği gibi orman yolunda drenaj sorunlarının çözülmemesine neden olmuştur (Öztürk, 2020). Günümüzde drenaj yapılarının özellikle konumlandırılması çalışmalarında ve kesit alanlarının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Teknolojisi ve farklı programlar kullanılmaktadır (Eskandri & Hossini, 2013) (Scandari & Hosseini, 2011).

Çelik menfezlerin orman yollarında kullanılması açısından ilk defa yapılan bu çalışmada inşaat sürelerinin kısa zaman aldığı belirlenmiştir. Drenaj yapısının yapımı aşamalarında baş duvarların yapımı harçlı taş olduğu için işçilik bakımından en fazla süreyi kapsamıştır. Çelik menfezlerin inşası sırasında çelik menfezin stabilitesini arttıran ve aynı zamanda yol dolgusunu koruyan baş duvarlar yerine kuru ve harçlı pereler kullanılmaktadır (Anonim, 2011) (Anonim, 2010). Çalışma alanında kullanılan çelik menfezlerin 3 âdeti geniş dere yatlarına konulmuştur. Bu dere yatakları sürekli su akıtan dere havzası özelliğindedir. Çelik menfezler böyle havzalarda balık geçişleri, dere yatağında yaşayan küçük hayvanların geçişleri yanında büyük hayvanlarında yolun altından geçişini sağlamayı amaçlamıştır. Balık geçişlerinin yollar tarafından kesintiye uğratılmaması amacıyla birçok drenaj yapısı büyük çelik menfezler şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu çelik menfezler yuvarlak olabildiği gibi, büyük boyutlu olanlar elips şeklinde de yapılmaktadır (Chen, 2021); Nasiri ve diğ., 2012).

Bu çalışma kapsamında yapılan altı adet menfezin yaklaşık maliyeti TCMB Şubat ayı USD döviz kurlarına (URL5, 2022) göre (1 USD = 6.9954 TL) 13045,00 USD'dır. Galvanizli çelik menfezlerin maliyeti aynı kur miktarıyla 7385,00 USD olarak belirlenmiştir. Gillies (2003) tarafından yapılan çalışmada 2,7 m çapında çelik bir menfezin bir metresinin maliyeti 705,00 USD olarak belirlenmiştir. Gillies tarafından yapılan çalışmada çelik menfezin çapının bu çalışmada kullanılan menfezlerden büyük olması çelik menfezin metre maliyetini arttırmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının sonucunda çelik menfezlerin orman yollarında kullanımının zaman, maliyet ve çevresel etkiler bakımından uygun olduğu belirlenmiştir. Özellikle aynı kesit alanına sahip büyük menfezlerin kullanımında betonarme inşaatı, kalın ve beton işçiliği menfez inşa zamanını arttırmaktadır. Çelik menfezlerin yapımında baş duvarların yerine perelerin yapılması inşa zamanının oldukça düşürecektir. Orman yollarında çelik menfezlerin bu çalışmada ilk defa yapılması zaman içerisinde farklı alanlarda farklı çelik menfezlerin yapımı, zamanla kullanımında ortaya çıkabilecek olumlu veya olumsuz durumların ilerdeki çalışmalarda daha detaylı ortaya koyacağı sonuçlarda önemlidir.

Bu tez çalışmasının ışığında sırasıyla aşağıdaki bazı öneriler getirilmiştir;

- Orman yollarında kullanılacak olan drenaj yapılarının kesit alanlarının ilk yaklaşım metoduna göre ve aynı zamanda bilgisayar teknoloji kullanılarak belirlenmesi projelere zamansal anlamda hız kazandıracaktır. Bunun yanında, havza alanlarının doğru bir şekilde belirlenmesi ve drenaj yapısının bu havzadan gelebilecek maksimum debilere göre kesit alanlarının hesaplanması drenaj yapılarındaki hata paylarını minimuma indirecektir.
- Büyük boyutlu çelik menfezlerin sürekli su akıtan dere havzalarında balık geçişleri ve hayvanların yol altından güvenli bir şekilde karşıya geçmesini sağlayan yapılardır. Bundan dolayı, bu menfezlerin geniş ve su taşıyan dere yataklarında ilke tercih olması gerekir.
- Çelik menfezlerin giriş ve çıkış noktalarında kuru ve harçlı pere gibi yapıların kullanımı yol dolgusunun akmasını önleyecektir. Aynı zamanda, çelik menfezin daha stabil olmasını ve suyun aşındırıcı etkisiyle zamanla menfez baş kısımlarının ortaya çıkmasını engelleyecektir.
- Çelik menfezlerin uzun süreli kullanımında dikkat edilecek hususlar arasında periyodik bakımların yapılması gerekmektedir. Özellikle baş duvarların kontrolleri her yıl düzenli yapılmalıdır. Bunun yanında, menfez üzerindeki dolgunun zamanla

azalması menfez üzerindeki yükün artmasına neden olacağından dolguların da kontrol edilerek imkân dâhilinde dolgu takviyesi yapılmalıdır.

- Çelik menfezler özellikle belirli bir dolgu olan ve zaman bakımından acil olan yerlerde sıklıkla tercih edilebilir. Özellikle baş duvarlar harçlı taş veya beton yapılmayacağı alanlarda kuru pereler yardımıyla inşaat hızı daha da artırılmış olacaktır.



KAYNAKLAR

- Achleitner, S., 2006. *Modular Conceptual Modeling in Urban Drainage - Development Andapplication of City Drain*. Unit of Environmental Engineering, Institute ofinfrastructure. Innsbruck: PhD thesis, Faculty of Civil Engineering Science.
- Akay, A.E., 2005. Applying the decision support system,TRACER, to forest road design. *Western Journal of Applied Forestry*, 20(3), pp.184-191.
- Anonim, 2010. *Manual on Introduction to Forest Roads and Considerations for Reduced Impact Logging*. Forestry Training Centre Incorporated, Germany.
- Anonim, 2011. *Colorado Forest Road Field Handbook*. Colorado State Forest Service, USA.
- Anonim, 2013. *Estonia Latvia Programme*. Handbook on Sustainable Urban Drainage Systems. European Union.
- Anonim, 2014. *In Sustainable Urban Drainage System*. Andi, Indonesia.
- Anonim, 2018. *Culvert Replacement and Maintenance*. Pacific Southwest Eldorado National Forest, USDA Service. USA.
- Bayoğlu, S., Acar, H.H., Şentürk, N., 1993. Dağlık Arazide Bölmeden Çıkarma Araçlarında Maliyet Analizi ve Minimum Çalışma Süresinin Araştırılması, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 43, Sayı 1-2, İstanbul.
- Bayoğlu, S., 1996. *Orman Nakliyatının Planlanması*, İstanbul Üniversitesi Yayın No.3941, İstanbul.
- Chen, H. V., 2021. Potential of small culverts as wildlife passages on forest roads. *Sustainability*, 13, pp.1-9.
- Çalışkan , E., 2003. Orman yollarında hidrolik sanat yapılarının incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), pp. 137-143.
- DDM, 2011. *Ethiopian Roads Authority Drainage Design Manual*. Authority.
- Duba, K., & Calmon, M., 2004. *Washington Road Urface Erosion Model*. Department of Natural Resources. Washington, USA.
- Erdaş., O., 1997. *Orman Yolları*, KTÜ, Genel Yayın No:187, Fakülte Yayın No:25, Cilt 1, 391 s, Trabzon.
- Erdaş. O., Acar, H.H., Eker, M., 2014. *Orman Ürünleri Transport Teknikleri*. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Genel Yayın No: 233, Fakülte Yayın No: 39, s. 504, Trabzon.
- Eskandri, S., & Hossini, S., 2013. Assessment of drainage system standarts of forest roads in Iran Using GIS. . *Pol.J.Envirn.Stud.*, 22(3), pp.675-682.
- FAO, 2011. *Forestry Department*. Drainage design (Chapter 4). <http://www.fao.org/docrep/006/>.

- GDM, 2011. *Ethiopian Roads Authority Geometric Design Manual*. Geometric Design Manual. Addis Ababa, Ethiopia.
- Gillies, C., 2003. Installation of an embedded pipe culvert: Lewis Lake tributary. *FERIC, Advantage*, 4(30): 1-11.
- Gillies, C., 2004. Closed-bottom corrugated-steel embedded culverts in British Columbia overview of seven sites. *FERIC, Advantage*, 5(31): 1-19.
- Luce, C., & Beverley, C., 2001. Introduction to special issue on hydrologic and geomorphic effects of forest roads, *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, pp.111-113.
- Merril, B., & Casaday, E., 2001. Field Techniques for Forest and Range Road Removal. *California State Parks Books*, USA.
- Mina, H., & Sethi, N.K., 2007. Road maintenance of drainage, shoulders and slopes. *Journal of Indian Highways*, 37(6), pp.35-38..
- Mwang, C., 2013. *An Investigation Into Factors That Determine Financial Performance Of Insurance Companies In Kenya*. Master Thesis, Nairobi.
- NCHRP, 1997. *Pavement Subsurface Drainage Systems*. TRB National Research Council, USA.
- Nunamaker, C., LeBlanc, J., & Nakamura, G., 2007. *Forest Roads*. University of California, Forest Stewardship Series 17, Publication 8247, USA.
- O'Flaherty, C., 2002. *Surface Drainage For Roads Highways* (Chapter 7). Oxford: Fourth Edition.
- OGM, 2008. *Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı (292 Sayılı Tebliğ)*, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özçelik, N., 1982. *Orman Yolu Sanat Yapıları*. İstanbul, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No. 323, İstanbul.
- Öztürk, T., 2020. Temporal Change of Drainage Structures in Forest Roads. (Study of Bentler Forest Enterprise 2009-2019). *Eur. J. Forest Eng.*, 6(2), pp.52-59.
- Öztürk, T., & Hasdemir, M., 2021. *Orman Yolları Sanat Yapıları*. Gece Kitaplığı, İstanbul.
- Öztürk, T., & İnan, M., 2010. *Orman Yollarında Drenaj Yapılarının konumlarının ve Boyutlarının Belirlenmesinde CBS'nin Kullanılması*. III.Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Gebze, Kocaeli.
- Scandari, S., & Hosseini, S., 2011. Evaluation of Drainage System of Forest Roads in Iran: Darabkola Forest Roads. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 3(16), pp.703-709.
- Sonuç, T., 1977. *Karayolu Tekniği. (Cilt I, II, III)*. Sermet Matbaası, İstanbul.
- URL1. *Kahramanmaraş büyükşehir belediyesi*.
<https://kahramanmaras.bel.tr/haber/2020/06/24/turkcayiri-yayla-yolu-yapiliyor>.
adresinden alınmıştır(Erişim Tarihi:14.11. 2022).
- URL2. (<https://www.defne.bel.tr/>: (<https://www.defne.bel.tr/> adresinden alınmıştır(Erişim Tarihi:14.11. 2022).

- URL3. *Ordu büyüşehir*. <https://orduhursesgazetesi.com/haber/akkus-asfalt-yol-gordu-12490.html>. adresinden alınmıştır(Erişim Tarihi:14.11. 2022).
- URL4. *çankkale belediyesi*. (<https://www.canakkaleyorum.com/> adresinden alınmıştır(Erişim Tarihi:14.11. 2022).
- URL5.<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Doviz+Kurlari/Gosterge+Niteligindeki+Merkez+Bankasi+Kurlarii/>. adresinden alınmıştır(Erişim Tarihi:06.12. 2022).
- Wilson, R. (1996). CSP Culvert Installation at Water Crossing on Forest Access Roads. *Technical Note TN-013, Ontario. Canada.*
- Wyatt et. (2000). effectiveness of subsurface drainage features based on design adequacy. *TRB National Research Council. Washington.*



İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

ORMAN YOLLARINDA KULLANILAN DRENAJ YAPILARININ KESİT VE YAPIM TEKNİĞİ BAKIMINDAN UYGUNLUĞUNUN İNCELENMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 16 BENZERLİK ENDEKSİ	% 15 İNTERNET KAYNAKLARI	% 3 YAYINLAR	% 6 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	--------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 4
2	dergipark.ulakbim.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
3	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	% 3
4	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	% 2
5	www.scribd.com İnternet Kaynağı	<% 1
6	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	ratingacademy.com.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	avesis.istanbulc.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1

ETİK KURUL İZİN YAZISI

Uyarı: Canlı denekler üzerinde yapılan tüm araştırmalar için Etik Kurul Belgesi alınması zorunludur.

- Etik Kurul izni gerekmektedir.
- Etik Kurul izni gerekmemektedir.

Ceyda HİCAZ
(İmza)

KURUM İZİNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

- Kurum izni gerekmektedir.
- Kurum izni gerekmemektedir.

Ceyda HİCAZ
(İmza)



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Şam Üniversitesi
Fakülte	İnşaat Mühendisliği
Bölümü	Sulama ve Drenaj
Mezuniyet Yılı	2014
Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Mühendisliği

Makale ve Bildiriler	