

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y. LİSANS TEZİ

KENTİÇİ YOLLARIN YÜZEYSEL DRENAJ ve ERZURUM ÖRNEĞİ

Volkan GEZDER

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

ERZURUM
2009

Her Hakkı Saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Mahir GÖKDAĞ danışmanlığında, Volkan GEZDER tarafından hazırlanan bu çalışma 20/08/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

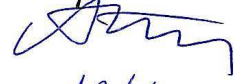
Başkan : Yrd. Doç. Dr. Mahir GÖKDAĞ

İmza :



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet TORTUM

İmza :



Üye : Yrd. Doç. Dr. Şendoğan KARAGÖZ

İmza :



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENTİÇİ YOLLARIN YÜZEYSEL DRENAJ ve ERZURUM ÖRNEĞİ

Volkan GEZDER

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahir GÖKDAĞ

Su hayatın vazgeçilmez bir unsuru olmakla birlikte ulaşım yapılarında (yollar, demiryolları, havaalanları, vb.) kontrol altına alınamazsa önemli tehlikelere sebep olur. Suyun zararlı etkilerinden yolu korumak, yol bakım masraflarını azaltmak, yolun hizmet ömrünü artırmak ve trafiğin güvenli sınırlar içinde seyretmesini sağlamak için etkili bir drenaj sistemine ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada; Kentiçi yolların yüzeysel drenajı hakkında genel bilgi verilerek şehrin muhtelif yerlerinde bulunan bazı ana caddeler, yüzeysel drenaj açısından incelenmiştir. Örnek olarak alınan yolların yağmursuyu drenaj girişlerinin yeterli olup olmadığı gözlemlenerek yolun mevcut hali için, yağmursuyu drenaj giriş yerlerinin ara mesafeleri hesaplanarak şehir planı üzerine yerleştirilmiştir.

Giriş bölümünde konuyla alakalı olarak gerekli bilgiler verildikten sonra, kaynak özetleri bölümünde konuyla ilgili yapılmış olan çalışmalar özetlenmiştir. Materyal ve Yöntem kısmında, Erzurum İli şehir merkezinde bulunan bazı yollar örnek olarak alınmış ve bu yollar yüzeysel drenaj açısından incelenmiştir. Rasyonel ve Manning formüllerinden yararlanarak yola düşen su miktarı ve oluğun taşıdığı su kapasitesi hesaplandıktan sonra, karayollarının kullanmış olduğu tip ızgaralara göre ızgaralı yağmursuyu girişlerinin ara mesafeleri bulunarak şehir planı üzerinde gösterilmiştir. Araştırma bulguları ve tartışma bölümünde, drenaj hesapları sonucunda bulunan yağmursuyu girişleri mevcut yoldaki yağmursuyu girişleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ve öneriler bölümünde ise, tez çalışmasında elde edilen sonuçlar özlü bir şekilde belirtilerek önerilerde bulunulmuştur.

2009, 77 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yüzeysel drenaj, kentiçi yol, yağmursuyu girişleri

ABSTRACT

Master's Thesis

DRAINING of URBAN SURFACES and THE EXAMPLE OF ERZURUM

Volkan GEZDER

Atatürk University
Science Institute
Department of Civil Engineering

Advisor: Ass.prof. Dr. Mahir GÖKDAĞ

Whereas water is an indispensable element of life, it will be the cause of grave dangers if it is not brought under control in the transportation systems (roads, railroads, airports etc.). An efficient drainage system is necessary to protect roads from the destructive effects of water, to decrease the cost of road maintenance, prolong the function period of the road and ensure that traffic can be conducted within safe boundaries.

In this work main roads in various areas of the city have been studied from the point of view of surface drainage and in addition general information about the drainage of Urban surfaces will be given. In order to analyze whether the stormwater drainage inlets of the chosen samples of roads are sufficient, the distance between the stormwater drainages which is present in the roads is calculated and inserted into the plan of the city.

After giving the necessary information relevant for the subject in the introduction, a summary of the studies relevant for the subject found in the section of source summaries is given. In the section of Materials and Procedures some roads found in the city center of the Erzurum province have been chosen as samples and studied from the point of view of stormwater drainage. After using the Rational and Manning formulas to calculate the amount of water falling on the road and the water carrying capacity of the gutters, the distance between the grate rainwater inlets of the type of grates which are used by the General Directorate of Highways is found and shown on the plan of the city. In the section of research results and discussion the stormwater inlets found by calculation is compared with the present stormwater inlets found in the roads. In the section of conclusions and recommendations the recommendations resulting from the conclusions of the work of the thesis are offered in a concise manner.

2009, pages

Keywords: Surface drainage, urban street, stormwater inlets

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında danışmanlığımı yürüten, her zaman ilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahir GÖKDAĞ'a ve DSİ 8. Bölge Müdürlüğünde çalışan mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tüm hayatım boyunca benden desteklerini eksik etmeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Volkan GEZDER

Ağustos 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Suyun Yol Üzerindeki Zararlı Etkileri.....	1
1.2. Drenaj.....	3
1.3. Yer altı Drenajı.....	4
1.4. Yüzeysel Drenaj.....	5
1.5. Yüzeysel Drenaj Yapıları.....	6
1.5.1. Bordürsüz kırsal yolların drenajı.....	6
1.5.1.a. Kenar hendeği.....	7
1.5.1.b. Kafa hendeği.....	9
1.5.1.c. Topuk hendeği.....	9
1.5.1.d. Refüj drenaj hendeği.....	10
1.5.2. Düşüm olukları ile drenaj.....	11
1.5.3. Bordürlü kentiçi yolların yüzeysel drenajı.....	11
1.6. Yağmursuyu Giriş Yerleri.....	15
1.6.1. Cadde arkı üzerine tesis edilen ızgaralı giriş yerleri.....	15
1.6.2. Bordürde bırakılan giriş yerleri.....	17
1.6.2.a. Bordür taşında bırakılan düz girişler.....	18
1.6.2.b. Bordürde bırakılan çukurlaştırılmış giriş.....	18
1.6.3. Ark ve bordür girişinin birlikte olduğu birleşik girişler.....	20
1.6.4. Cadde boyunca bırakılmış ızgaralı girişler.....	22
1.7. Yüzeysel Drenajda Üst Yapının Projelendirilmesindeki Esaslar.....	22
1.7.1. Üst yapı bombesi ve eğimler.....	22
1.7.2. Banketler.....	23

1.8. Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Projelendirilmesi	23
1.8.1. Giriş yerlerinin projelendirilmesinde dikkat edilecek hususlar	24
1.8.2. Trafiğin bordüre çok yakın olmadığı hallerde dikkat edilecek hususlar	24
1.8.3. Trafiğin bordüre yakın olarak seyrettiği yerlerde dikkat edilecek hususlar	25
1.8.4. Çok az eğimli, tamamen düz caddeler veya çukur yerlerde bırakılan girişlerin tertibinde dikkat edilecek hususlar	26
1.8.5. Yağmursuyu giriş yerlerinin yerleştirilmesi	26
2. KAYNAK ÖZETLERİ	29
3. MATERYAL ve YÖNTEM	35
3.1. Materyal	35
3.2. Akış Miktarı	35
3.3. Bordür oluğunun su akıtma kapasitesi hesabı	37
3.4. Yağmursuyu Girişlerinin Kapasite Hesabı	38
3.5. Yüzeysel Yağmursuyu Drenajının Kentin Muhtelif Yerlerinden Seçilen Yollarda Uygulanması	41
3.5.1. Seçilen yollarda yağmursuyu girişi olarak ızgaralı girişlerin kullanılması	41
3.5.2. Seçilen yollarda kullanılan ızgaralı yağmursuyu giriş tipleri	44
3.6. Havuzbaşı-Üniversite Arasında Kalan Caddenin Yağmursuyu Girişlerinin Belirlenmesi	44
3.6.1. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş sağ şerit 1 numaralı yol	44
3.6.2. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş sağ şerit 2 numaralı yol	49
3.6.3. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş - geliş sol şerit 3 ve 4 numaralı yollar	51
3.6.4. Havuzbaşı-Üniversite istikameti geliş sağ şerit 5 numaralı yol	53
3.6.5. Havuzbaşı-Üniversite istikameti geliş sağ şerit 6 numaralı yol	54
3.7. Cumhuriyet Caddesi'nin Yakutiye Belediyesi ile Havuzbaşı Arasında Kalan Yolun Yağmursuyu Girişlerinin Belirlenmesi	57
3.7.1. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş-geliş 1 ve 2 numaralı yollar	57
3.7.2. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş-geliş 3 ve 4 numaralı yollar	60

3.7.3. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş 5 numaralı yol.....	61
3.7.4. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti geliş 6 numaralı yol.....	63
3.7.5. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş 7 numaralı yol.....	64
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	67
4.1. Seçilen Yollarda Yapılan Çalışma Bulguları ve Tartışma.....	67
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	78

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A	Drenaj havzası alanı
B	Yol platform genişliğinin yarısı
C	Akış katsayısı
G	Suyun bordür kenarından yayılma mesafesi
h	Su derinliği
H	Kot farkı
I	Yağış şiddeti
K	Kaldırım genişliği
L	İki yağmursuyu girişi arasındaki mesafe
L_1	Akış bakımından en uzak nokta ile boşalım noktası arasındaki uzaklık
l	Giriş yeri elemanının uzunluğu
m	Yolun enine eğimi
n	Manning pürüzlülük katsayısı
r	Hidrolik yarıçap
S	Kanal eğimi
s	Yolun boyuna eğim
T_e	Toplanma süresi
Q	Akış miktarı
Q_b	Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi
Q_{b1}	Bordür oluğu su debisi
Q_{b2}	Su akıtma kapasitesi
W	Izgaralı giriş genişliği

Kısaltmalar

AASHTO	American Association of state Highway and Transportation Officials
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri
FHWA	Federal Highway Administration
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.Drenaj yetersizliğinden yolda çukurluklar ve kısmi oturmalar.....	2
Şekil 1.2. Yağış sonrasında yol yüzeyinde oluşan su birikintileri.....	3
Şekil 1.3. Yüzeysel drenaj yapıları.....	6
Şekil 1.4. Kenar hendeği detayı.....	7
Şekil 1.5. Hendekekaplama detayları.....	8
Şekil 1.6. Kafa hendeği uygulaması.....	9
Şekil 1.7. Topuk hendeği.....	10
Şekil 1.8. Refüj drenaj hendeği.....	10
Şekil 1.9. Düşüm oluğu.....	11
Şekil 1.10. Kentiçi yolların yüzeysel drenaj ve yüzeyaltı drenaj sistemi.....	12
Şekil 1.11. Yağmursuyu drenajının yetersiz kaldığı veya olmadığı bir cadde.....	13
Şekil 1.12. Yağmursuyu giriş yeri tipleri.....	14
Şekil 1.13. Izgaralı girişin döküntü ve sürüntü maddeleri ile tıkanması.....	15
Şekil 1.14. Bordüre dik ve paralel yerleştirilmiş izgaralı girişler.....	16
Şekil 1.15. Kentiçi yollara yerleştirilen bordür girişi.....	17
Şekil 1.16. Bordürde bırakılan düz giriş.....	18
Şekil 1.17. Bordürde bırakılan çukurlaştırılmış giriş.....	19
Şekil 1.18. Bordürde bırakılan saptırcılı giriş.....	19
Şekil 1.19. Ark ve bordür girişinin birlikte kullanıldığı birleşik giriş.....	20
Şekil 1.20. Izgaralı girişin dolduğu takdirde su bordürden tahliye edilir.....	21
Şekil 1.21. Izgaranın bordürün mansap tarafına yerleştirilmesi.....	21
Şekil 1.22. Cadde boyunca bırakılmış izgaralı girişler.....	22
Şekil 1.23. Trafiğin bordüre yakın seyrettiği durum.....	25
Şekil 1.24. Cadde eğimine göre 4 adet giriş bırakılması.....	27
Şekil 1.25. Ekonomik durumun iyi olmadığı yerlerde, her kavşağa 2 adet yağmursuyu girişinin yerleştirilmesi.....	28
Şekil 1.26. Çok daha önemsiz yerlerde yağmursuyu giriş yerlerinin birkaç blok arayla yerleştirilmesi.....	28
Şekil 3.1. Bordür su oluğu.....	37

Şekil 3.2. Yağmursuyu girişlerinin ara mesafesi.....	40
Şekil 3.3. Havuzbaşı-Üniversite arası yol planı.....	42
Şekil 3.4. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arası yol planı.....	43
Şekil 3.5. Havuzbaşı-Üniversite arası yol genel görünüşü.....	45
Şekil 3.6. Erzurum ili yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrisi.....	46
Şekil 3.7. G=200 cm ve G=300 cm'ye göre bordür oluğu su kapasitesi ve 60x40 ile 40x40 T.C.K'nın tip ızgaraları su alma kapasiteleri.....	47
Şekil 3.8. Havuzbaşı-Üniversite arası yola yerleştirilen ızgaralı yağmursuyu girişleri.....	56
Şekil 3.9. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arası yolun genel görünümü.....	58
Şekil 3.10. Yakutiye belediyesi-Havuzbaşı arası yola yerleştirilen ızgaralı yağmursuyu girişleri.....	66
Şekil 4.1. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda suyun fazla yayılması.....	67
Şekil 4.2. Suyun yoldan uzaklaştırılamaması sonucunda oluşan bozukluklar.....	68
Şekil 4.3. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda bordüre dik olarak yerleştirilmiş ızgara.....	69
Şekil 4.4. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda ızgaranın yoldan içeri doğru yerleştirilmesi.....	69
Şekil 4.5. Mevcut yolda sürüntü ve döküntü maddeleriyle tıkanma.....	70
Şekil 4.6. Mevcut yollara yeni yerleştirilen ızgara.....	70
Şekil 4.7. Üniversite-Havuzbaşı arasında ızgaralı yağmursuyu girişlerinin karşılaştırılması.....	72
Şekil 4.8. Yakutiye belediyesi-Havuzbaşı arasında ızgaralı yağmursuyu girişlerinin karşılaştırılması.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. AASHTO drenaj kriteri	5
Çizelge 1.2. Oyulmaları önlemek için hendeklerdeki maksimum akım hızları	8
Çizelge 1.3. Enine eğim sınırları	23
Çizelge 3.1. Bazı kaplama ve zemin özelliklerine göre “C” akış katsayısı değerleri	36
Çizelge 3.2. Manning ‘n’ pürüzlülük katsayısı	37
Çizelge 3.3. Yolun Proje hızına göre suyun izin verilen maksimum yayılma oranı	38
Çizelge 3.4. Suların toplanma süresi	39
Çizelge 3.5. Minimum tasarım frekansı	39

1. GİRİŞ

Yol gerek yapım aşamasında gerekse hizmet ömrü boyunca suyun yıpratıcı etkilerine maruz kalabilir. Suyun, yolun gövdesinden ve üst yapısından uzaklaştırılamaması gövdede ve üst yapıda deformasyonlar ve bozulmalar meydana getirir. Bu nedenle, bir yol projesinde yolun yüzeysel ve yeraltı suyuyla karşı korunması geçki seçiminden kaplama teşkiline yani başlangıcından sonuna kadar her safhada düşünülmesi gereken bir konudur (Çağlar 1972). Kısaca yolun suya karşı korunması anlamına gelen drenajın, yetersiz yapılması ve iyi projelendirilmemesi halinde, yol suyun zararlı etkilerine maruz kalacak ve bunun sonucunda yolda bakım maliyetleri artacak ve trafik güvenliği azalacaktır.

Kentiçi yollarda; yolun hizmet ömrünün uzatılması, bakım maliyetlerinin azaltılması ve trafik güvenliğinin güvenli sınırlar içerisinde kalması suyun iyi bir yüzeysel drenajla yoldan uzaklaştırılmasına bağlıdır. Ancak, günümüzde yol standartlarının yükselmesi ve yol trafik emniyetine verilen önemin artması yol yüzeyinden suların atılmasını güçleştirmiştir. Geniş kaplamalar suya maruz kalan alanı ve bundan dolayı da dışarı atılacak su miktarını artırmıştır (Yayla 2004). Bu nedenle, suyun yol üzerindeki zararlı etkilerini kaldırmak için etkili bir drenaj sistemine ihtiyaç vardır.

1.1. Suyun Yol Üzerindeki Zararlı Etkileri

Su hayatın vazgeçilmez bir unsuru olmakla birlikte ulaşım yapılarında (yollar, demiryolları, havaalanları, vb.) kontrol altına alınamazsa önemli tehlikelere sebep olur (Tunç 2002). Su, yol yapım aşamasının başlangıcından sonuna kadar gerek yol tabakalarının sıkıştırılmasında gerekse zemini nemli tutarak ince daneler arasında faydalı görev yapar.

Suyun belirli bir miktarından fazlası yolun yüzeyinde ve alt tabakalarında, aşağıda sıralanan zararlı etkilere yol açar.

a- Yolun tabanındaki ve gövdesindeki zemin kısmi olarak veya tamamen doygun hale geçerse trafiğin hareketli ve tekrarlı yükleri altında boşluk suyu basıncı oluşur ve böylece yolun taşıma gücü azalır. Yolun taşıma gücündeki azalmada yolda kısmi oturmalar sebep olur.



Şekil 1. 1. Drenaj yetersizliğinden yolda çukurluklar ve kısmi oturmalar

b- Yol gövdesini oluşturan zeminin bünyesinde serbest, kapiler ve absorbe vaziyette bulunan su donunca, hacmi artar ve bunun sonucunda üst yapıda bozulmalar meydana gelir. Daha sonra havanın ısınması ile donan sular çözünerek zeminin çamurlaşmasına sebep olur. Çamur haline gelen ince zemin trafik tesiri ile yukarıya doğru ilerleyerek alt temel ve temel tabakasının daneli malzemesi içine girerek bunlar arasındaki kenetlenmeyi önler ve böylece taşıma gücünün azalmasına sebep olur.

c- Silt ve kil gibi malzemeler suya maruz kaldıklarında büyük hacim değişikliği gösterirler.

d- Yolun yarma kesimlerinde, yol gövdesine doğru olan yeraltı suyu akımları zeminde kayma yüzeyleri oluşturarak yarma şevinin stabilizesini bozar ve kaymasına neden olur.

e- Yağışlı havalarda, yol yüzeyinde suyun birikmesi halinde su, taşıt lastiği ile yol yüzeyi arasında ince bir film tabakası oluşturur ve bu durum kayma sürtünme katsayısını azaltır. Bu azalma, taşıt ile yol arasındaki teması kısmi olarak veya tamamen kestiğinden taşıtların kontrolden çıkmalarına dolayısıyla da trafik kazalarına sebep olurlar.



Şekil 1.2. Yağış sonrasında yol yüzeyinde oluşan su birikintileri

Yukarıda bahsedilen suyun zararlı etkilerinden yolu korumak için iyi ve etkili bir drenaj sistemine ihtiyaç vardır.

1.2. Drenaj

Drenaj; Yol platformu ve yol ile ilgili yağış havzasına yağmur, dolu ve kar halinde düşen ve doğal yataklarda akan ya da çukur yerlerde biriken yüzeysel sular ile zemin

daneleri arasındaki boşluklarda durgun veya akar halde bulunan yeraltı sularının yola ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kontrol altına alınıp uzaklaştırılmasıdır.

Yol, demiryolu, havaalanı gibi ulaşım yapılarının yarma ve dolgu şevlerinde, dolgularda ve kentiçi yollarda sudan dolayı meydana gelen kaymalar, oturmalar, göçmeler vb. istenmeyen olayları engellemek için yeraltı ve yüzeysel suların dren edilmesi gerekmektedir. Yolun gerek yüzeyine gerekse alt kısmına gelen suları dren etmek için drenaj sistemleri yapılmalıdır.

Yapılacak olan drenaj yapıları ile

- Zeminin taşıma gücünü artırmak
- Zeminin sıkışabilirliğini azaltmak
- Doğal veya insan eliyle yapılan şevlerin stabilitesini artırmak
- Zemindeki iç erozyonu önlemek
- Don kabarmalarını önlemek veya azaltmak
- Zeminin kayma mukavemetini artırmak
- Sıvılaşma potansiyelini azaltmak mümkün olabilmektedir (Tunç 2002).

Drenaj, yeraltı ve yüzeysel suları dren etmek amacıyla yeraltı drenajı ve yüzeysel drenaj olmak üzere ikiye ayrılır.

1.3. Yeraltı Drenajı

Yeraltı drenajı ile yolun alt zemininde bulunan veya yol gövdesine yanlardan gelen yeraltı suyunun yola zarar vermeden kontrol altına alarak uzaklaştırılması amaçlanır. Zeminde su, serbest ve kapiler olmak üzere iki şekilde bulunabilir. Serbest sular kolaylıkla uygun seçilen bir drenaj sistemi ile kontrol altına alınabilir, ancak kapiler halde bulunan suyun tamamıyla giderilmesi çok zordur. Kapiler halde bulunan su

seviyesi ancak yeraltı su seviyesinin düşürülmesi ile yola zarar vermeyecek miktara indirilebilir. Genel olarak, yeraltı su seviyesinin yol taban kotunun en az 60 cm altına indirilmesi istenir.

Başlıca yeraltı drenaj tesisleri;

- a. Kör drenler
- b. Borulu drenler
- c. Kılçık drenler
- d. Yatay drenler
- e. Düşey kum drenleridir.

1.4. Yüzeysel Drenaj

Yüzeysel drenajda amaç, kaplama, banket ve şev yüzeylerini sürekli olarak akan veya yağış sonucu oluşan akarsulara karşı korunmasıdır.

Yağışlardan dolayı yüzeyde akışa geçen suların, kontrol altına alınarak uzaklaştırılması yüzeysel drenaj yapıları ile sağlanmaktadır. Yüzeysel suların drenajı ile araçların sürüş emniyeti ve yol gövdesinin stabilitesi sağlanabilmektedir. Yüzeysel drenajda en önemli unsur suyun akışını sağlamaktır. Drenaj yapılarından su hızlı bir şekilde dren edilmelidir. AASHTO kaplama tasarım rehberinde kaplamadan suyun uzaklaştırılmasına bağlı olarak drenaj kalitesi Çizelge 1.1 ile tanımlanır (Tunç 2004).

Çizelge 1.1. AASHTO drenaj kriteri (1986)

<u>Drenaj Kalitesi</u>	<u>Suyun Uzaklaştırma Süresi</u>
Mükemmel	< 2 saat
İyi	1 gün
Orta	1 hafta
Zayıf	1 ay
Çok zayıf	Dren yok

1.5. Yüzeysel Drenaj Yapıları

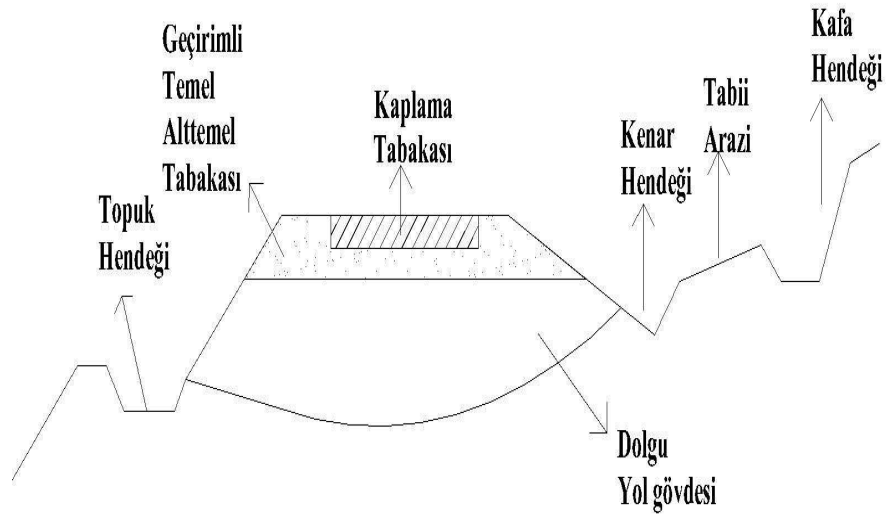
Yüzeysel drenaj tesisleri kullanım amacına ve gelen debiye göre farklı şekillerde yapılmaktadır. Yüzeysel drenaj tesisleri;

1. Bordürsüz kırsal yolların drenajı (Drenaj hendekleri)

- a. Kenar hendeği
 - b. Kafa hendeği
 - c. Topuk hendeği
 - d. Refüj drenaj hendeği
2. Düşüm olukları ile drenaj
 3. Bordürlü kentiçi yolların yüzeysel drenajı

1.5.1. Bordürsüz kırsal yolların drenajı

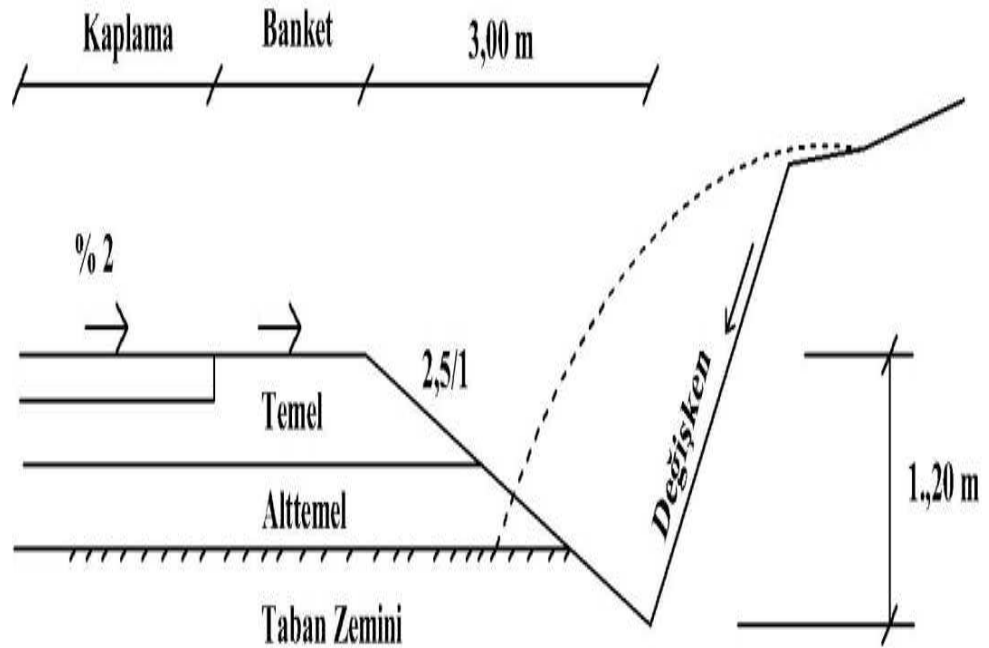
Şekil 1.3’de görüldüğü üzere drenaj hendekleri yolun en kesitinde yapıldığı yere göre adlandırılır ve dren edeceği su miktarına göre boyutlandırılır.



Şekil 1.3. Yüzeysel drenaj yapıları

1.5.1.a. Kenar hendeği

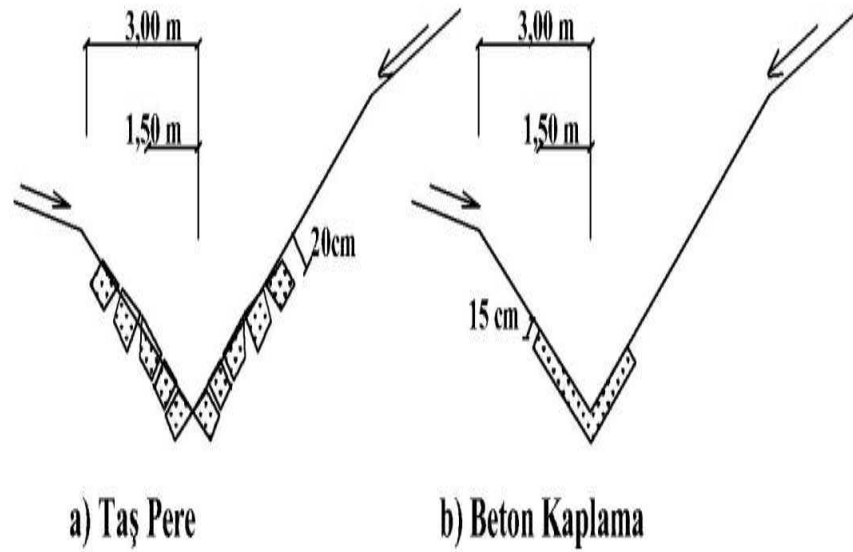
Kenar hendekler, yarma şevinden, kaplamadan ve yeraltı drenaj yapılarından gelen suları toplayarak dren etmektedir. Bu hendekler genellikle yarmada kalan yollarda kullanılırlar. Yolun dolgu olan kesimlerinde yol platformu doğal zeminin üzerinde olduğu için kenar hendek gerekmez. Kenar hendeklerin kesitleri başlıca üçgen ve yamuk olmak üzere iki türdür. Üçgen kesitli kenar hendeklerin bakımı ve yapımı kolay olduğundan genellikle tercih edilirler. Banketlerden yolun boyuna eğimi boyunca şevlerden akan sular kenar hendekleri ile taşınır.



Şekil 1.4. Kenar hendeği detayı (KGM)

Hendeklerin iç yüzleri genellikle kaplanmaz. Hendeklerin boyuna eğimleri minimum %0,5 olmalıdır. Şayet, eğimin bu değerden düşük olması halinde suyla taşınan sürüntü maddeler çökelerek hendekte tıkanmalara sebep olur. Bu tıkanmalardan dolayı akım hızı düşer ve yol gövdesine su sızıntıları olması söz konusu olur. Ayrıca, hendek

eğimlerinin %5'den fazla olması halinde akım hızı artarak hendeğin oyulmasına neden olur. Eğimin %0,5'den az veya %5'den fazla olması halinde Şekil 1.5'de görüldüğü gibi hendekler kaplamalı olarak yapılmalıdır. Sonuç olarak, hendek yüzeyinin kaplanması ile hem oyulmaların meydana gelmesi engellenir hem de sürüntü maddelerinin çökerek hendeğin kısa sürede dolmasına mani olacak akım hızının elde edilmesi sağlanır.



Şekil 1.5. Hendek kaplama detayları (KGM)

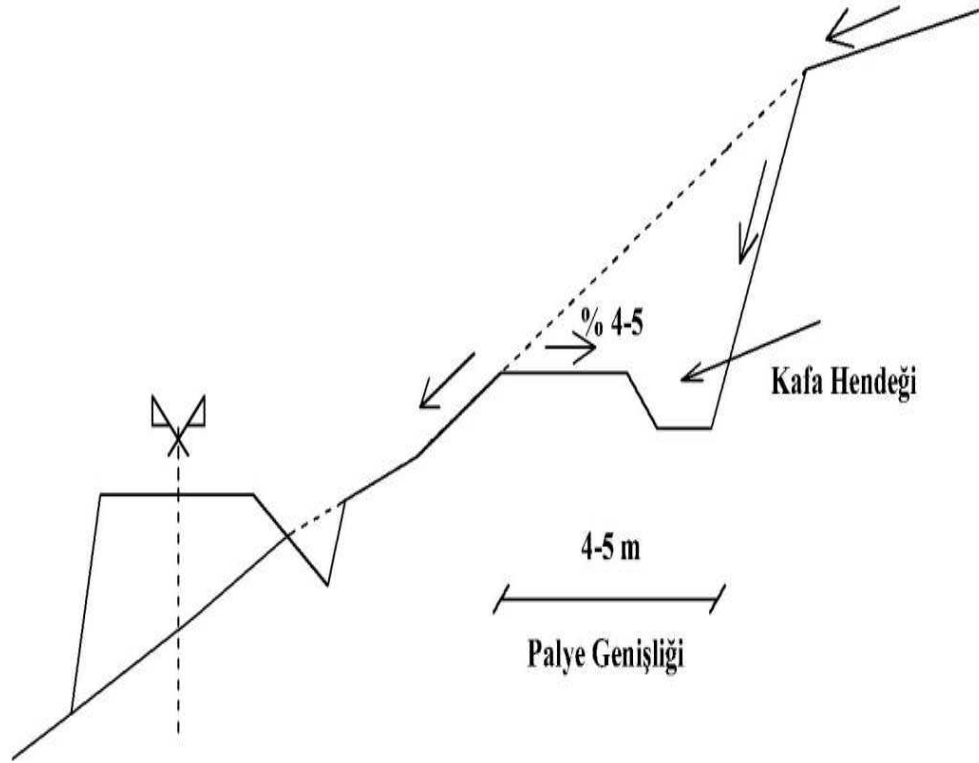
Çizelge 1.2. Oyulmaları önlemek için hendeklerdeki maksimum akım hızları

Hendek Malzemesi	Hız (m/san)	
İnce kum ve siltler	0,40- 0,60	
Kumlu kil	0,50- 0,75	
Kil	0,75- 1,00	
Siltli çakıl	1,00- 1,50	
İnce çakıl	1,50- 2,00	
Kaba çakıl	2,00- 3,50	
Riprap	3,00- 4,50	(Max 3,00 m/san önerilir)
Beton veya kaya	4,50- 7,50	(Max 4,00 m/san önerilir)

Hendekte akan su debisi Rasyonel metot kullanılarak hesap edilebilir. Manning formülü ile de hendeğin kapasitesi ve akım hızı bulunabilir.

1.5.1.b. Kafa hendeği

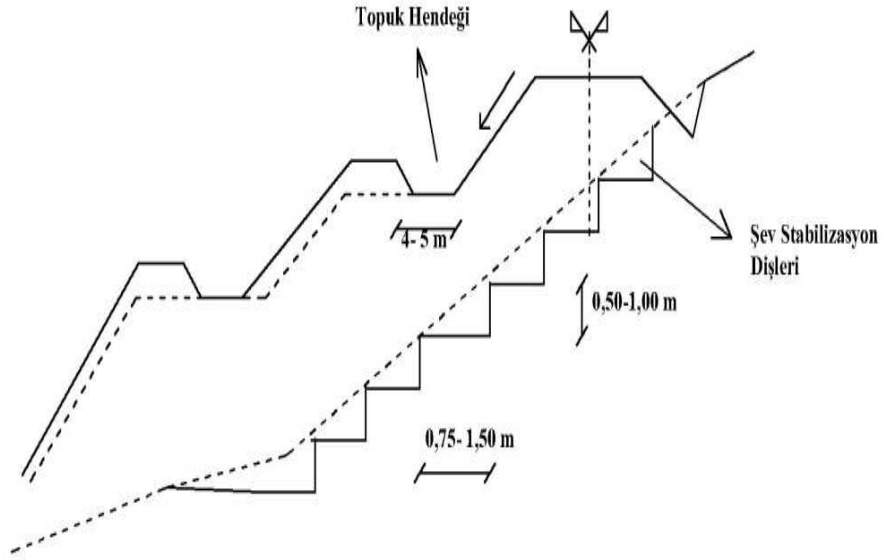
Kafa hendekleri, yüksek yarma şevlerinden ve palyelerdeki şevlerden gelen yağış ve sızıntı sularının (yüzeysel sular) yol gövdesine gelmesini engellemek ve bu yüzey sularının yarma şevlerini bozup sürüntü maddelerinin kenar hendeği doldurmasını önlemek amacıyla yapılan drenaj yapılarıdır. Yüzeysel sular, zemine sızarsa şevin stabilitesinde bozulma olacaktır. Kafa hendeklerinde bu sızıntıları engellemek için kaplama yapılması gerekir.



Şekil 1.6. Kafa hendeği uygulaması

1.5.1.c. Topuk hendeği

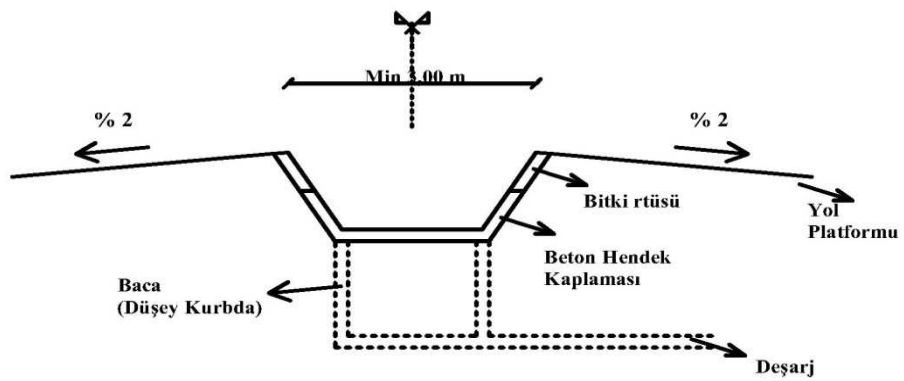
Topuk hendekleri yüksek dolgu palyelerinde yapılan drenaj yapılarıdır. Bunların amacı yüzeysel suların yol gövdesine sızmasını engelleyerek şev stabilitesini korumaktır.



Şekil 1.7. Topuk hendeği

1.5.1.d. Refüj drenaj hendeği

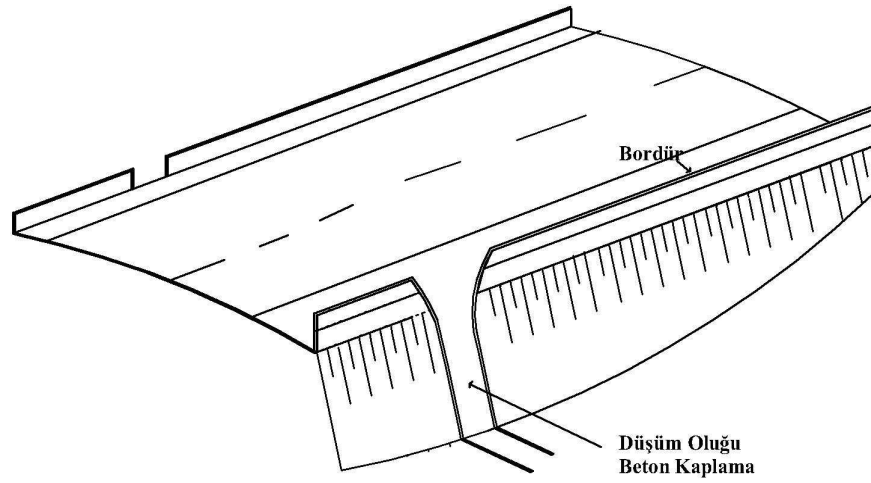
Refüj drenaj hendeği genişliği yola göre daha az olmasına rağmen minimum 3 m genişliğinde olduğu için belirli miktarda yağmur suyunu toplar. Yolun deverli olması halinde ise, yol genişliğinin yarısı kadar yağmur suyunu toplamalıdır. Otoyol ve çift yollarda drenaj hendeğinin yüzeyi kaplanarak veya çimlendirilerek yüzeysel suların yolun gövdesine sızması engellenir.



Şekil 1.8. Refüj drenaj hendeği

1.5.2. Düşüm olukları ile drenaj

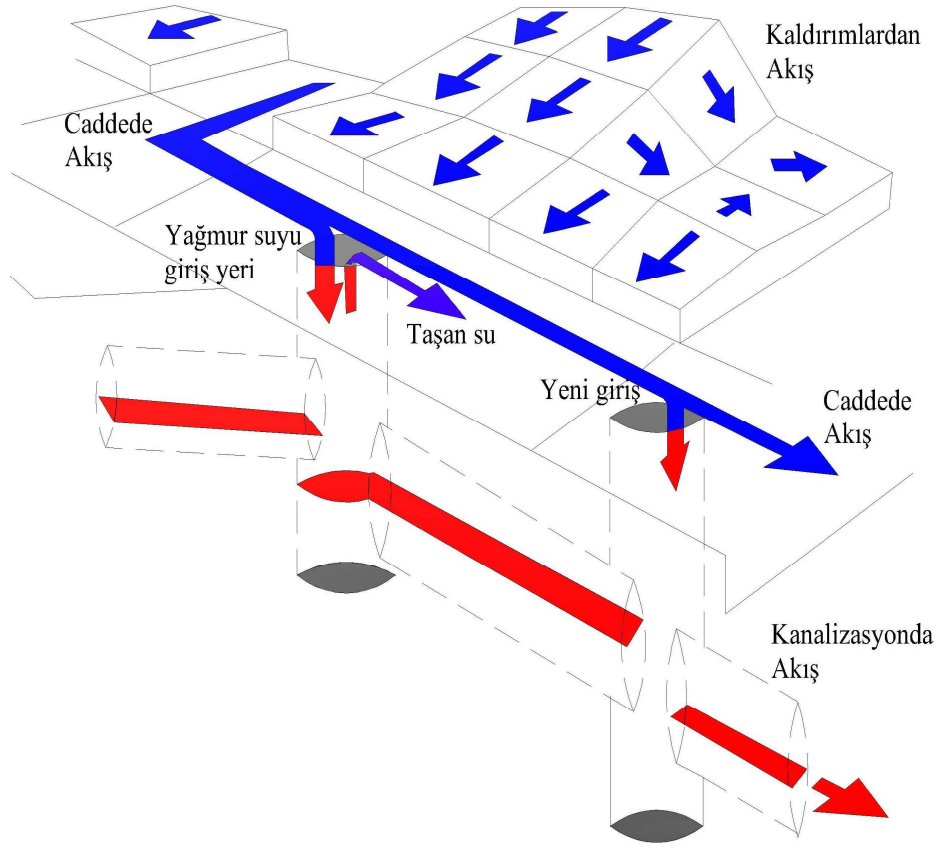
İki veya üç şeritli yollarda suların şevlerden akması istenmeyen dolgu kesimlerinde, yol kenarlarına bordürler yerleştirilir. Bu bordürler boyunca akan yüzeysel sular 50-100 m aralıklarla yerleştirilen düşüm olukları ile dolgu veya yarma şevlerine zarar vermeden deşarj edilir.



Şekil 1.9. Düşüm oluğu

1.5.3. Bordürlü kentiçi yolların yüzeysel drenajı

Kentiçi yollarda, yağışlardan sonra meydana gelen suların uzaklaştırılmasına kentiçi yolların yüzeysel drenajı denir. Kentiçi yolların yağmursuyu drenaj sistemi iki farklı ve çoğunlukla ayrı bileşenlerden oluşur (Smith 2005). Bu sistem, yüzeysel drenaj ve yüzeyaltı kanalizasyon ya da yağmursuyu şebekesinden oluşur. Yüzeysel drenaj caddelerden, bordür oluklarından, çeşitli doğal ya da yapay kanallardan ve yağmursuyu giriş yerlerinden oluşur. Çatılardan, kaldırımlardan ve caddelerden gelen yüzeysel sular cadde kenarlarında doğal ya da yapay bulunan arklar yardımıyla yağmursuyu giriş yerlerine gelir ve buradan yüzey altı kanalizasyon şebekesine ya da varsa yağmursuyu şebekesine aktararak tahliye edilir.



Şekil 1.10. Kentiçi yolların yüzeysel ve yüzeyaltı drenaj sistemi (Smith 2005)

Yerleşim yerlerinde, yağmurlardan sonra meydana gelen suların drenajı ve iyi bir drenaj sisteminin tesis edilmesi önemli problemlerden biridir. Yağmur sularını tahliye edecek su alma tesislerinin iyi projelendirilmesi bu problemin çözümü olabilir. Yağmur sularının drenaj sistemine giriş yerleri projelendirilirken caddenin boyuna, enine ve ark eğimi göz önüne alınarak cadde arklarındaki akımı, yayalara ve motorlu trafiğe en az zarar verecek ve minimum masrafla toplayıp uzaklaştıracak şekilde hesapların yapılmasına ve projelendirilmesine özen gösterilmelidir (Uyumaz 1991). Suyun yoldan uzaklaştırılmasını sağlayan drenaj elemanlarının yapısal bozuklukları, eskimiş olmaları ve mevcut drenaj yapısındaki sızmalar gibi nedenlerden drenaj sistemi tamamen veya kısmen çalışmaz hale gelebilir. Meydana gelen bu eksiklikler, yolun ve drenaj sisteminin bakım maliyetlerini artırır. Yüzeysel drenaj 25-100 yıllık frekansa göre dizayn edilmesi gerekirken kanalizasyon sistemi 2-10 yıllık frekansa göre dizayn edilmelidir (Smith 2005).

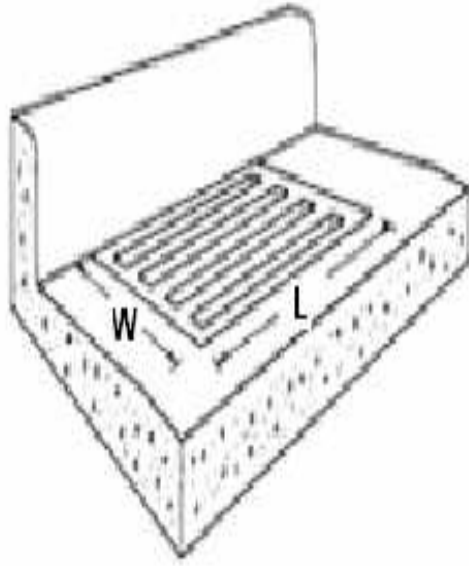
Birçok pahalı yol, yüzey suyunu alma drenleri suların drenlere girememesi yüzünden projesinde öngörülen miktardan az su akıtır. Yetersiz baca kapasitesi ya da giriş yerinin yanlış seçilişi suların trafik şeritlerine taşarak tehlikeler yaratmasına ya da trafiği oyalayarak vakit kaybedilmesine yol açar (Çağlarer 1972).



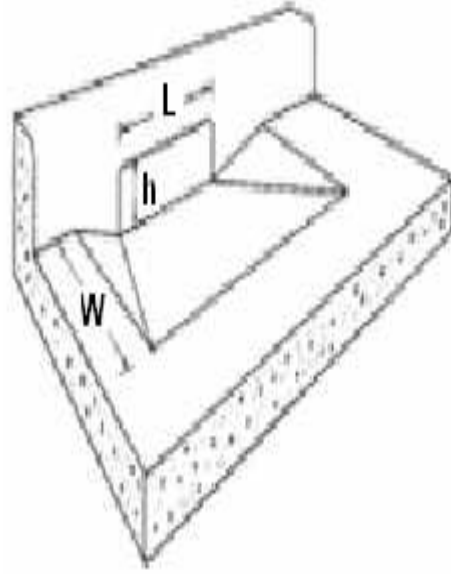
Şekil 1.11. Yağmursuyu drenajının yetersiz kaldığı veya olmadığı bir cadde

Yağmursuyu giriş yerlerinin dört ana tipi vardır.

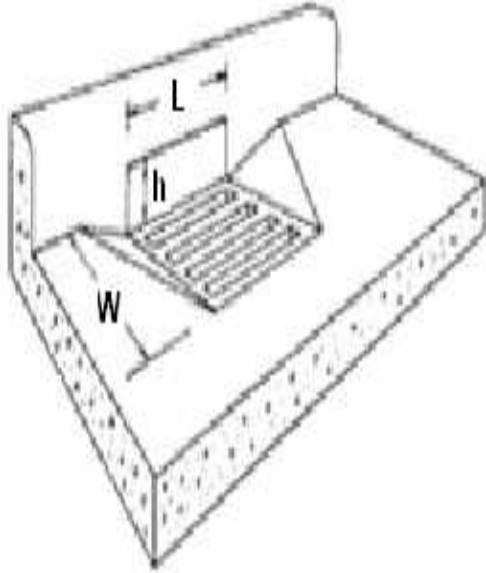
- Cadde arkı üzerine tesis edilen ızgaralı giriş yerleri
- Bordürde bırakılan giriş yerleri
- Ark ve bordür girişinin birlikte olduğu birleşik girişler
- Cadde boyunca bırakılmış ızgaralı girişler



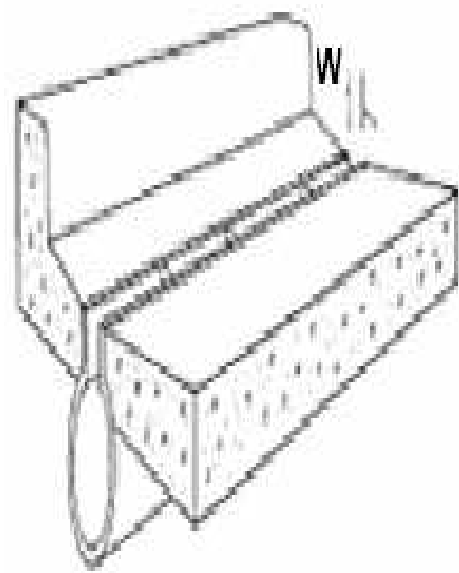
Bordür girişi



Izgaralı Giriş



Birleşik Giriş



Cadde boyunca yerleştirilmiş boyuna giriş

Şekil 1.12. Yağmursuyu giriş yeri tipleri (Mays 2004)

*Şekillerde;

W = Izgaralı giriş genişliği (m)

h = Bordür Girişi yüksekliği (m)

l = Giriş yeri elemanının uzunluğu (m)

1.6. Yağmursuyu Giriş Yerleri

1.6.1. Cadde arkı üzerine tesis edilen ızgaralı giriş yerleri

Cadde arkları üzerine tesis edilen ızgaralı giriş yerleri, bordürde bırakılan giriş yerlerine göre cadde arkında taşınan yağmur sularını alma bakımından daha verimlidir. Ancak, ızgaralı giriş yerlerinin döküntü ve sürüntü maddeleri ile tıkanmaları en büyük eksiklikleridir (Tezel 2005). Izgaralı yağmursuyu girişlerinin en büyük avantajı, suyun akış yolunun üzerine yerleştirilmiş olmalarıdır.



Şekil 1.13. Izgaralı girişin döküntü ve sürüntü maddeleri ile tıkanması

Çubukları bordüre paralel ızgaraların en az tıkanmaya maruz kaldığını ve en iyi akım şartlarını hazırladığını deneyler göstermektedir. Izgaralı girişlerin kapasitesinde ızgara üzerindeki akım miktarı ve hızı, çubukların dizilişi ve boşluklar önemlidir (Brown *et al.* 2001). Caddenin enine ve boyuna eğimi azaldıkça ızgaraların verimliliği azalır. Bisiklet

tekerleklerinin ızgaraların aralarına girmemesi için ızgara çubukları arası serbest mesafe 2.5 cm'den büyük olmamalıdır (Muslu 1993).

Boyuna eğim %1'den fazla olduğunda akıntıya paralel dikdörtgen çubuklu ızgaralar akıntıya dik olanlardan daha verimlidir (Çağlar 1972).



Bordüre dik yerleştirilmiş

Bordüre paralel yerleştirilmiş

Şekil 1.14. Bordüre dik ve paralel yerleştirilmiş ızgaralı girişler

İyi bir ızgaralı giriş aşağıda sıralanan maddeleri sağlamalıdır.

1. Bisiklet ve yayalar için güvenli olmalı
2. Yapısı sağlam olmalı
3. Hidrolik yönden verimli olmalı
4. Tıkanmaya karşı etkili olmalı
5. Ekonomik olmalı (Woo and Jones 1974).

1.6.2. Bordürde bırakılan giriş yerleri

Bordürde teşkil edilen girişler, bordürde düşey bir su alma ağzına sahiptir. Cadde arkından akan su buradan kanala girer. Suyun girdiği açıklık boyunca cadde arkına konulmuş diyagonal saptırıcılarla teçhiz edilirse deflektörlü giriş adını alırlar. Bu saptırıcıların üst kenarı cadde üst yüzeyi ile aynı hizada olduğundan bu tip giriş yerleri trafiği engellemezler (Woo and Jones 1974). Bu giriş yerleri bordüre düşey olarak yerleştirildiği için bisiklet, trafik ve yaya güvenliği açısından idealdir. Yaya güvenliği için açıklığın yüksekliği yaklaşık olarak 15 cm'den büyük olmamalıdır (Anonymous 2002).

Yağmursuyu giriş yerlerinin, bilhassa bordür taşına konmuş olanların su alma kapasitesi, cadde eğimi azaldıkça ve enine eğim arttıkça artar (Muslu 1993). Bordürlü giriş yerleri tıkanmalara karşı en ideal çözümdür.



Şekil 1.15. Kentiçi yollara yerleştirilen bordür girişi

Tahliye edilecek su miktarı belirlenirken suyolunun ve caddenin boyuna ve enine eğimleri dikkate alınır (Uyumaz 1992).

Bordür taşında bırakılan girişler üç çeşiddir. Bu giriş yerleri bordürde bırakılan düz girişler, saptırcılı girişler ve çukurlaştırılmış girişlerdir.

1.6.2.a. Bordür taşında bırakılan düz girişler

Bu girişlerin su alma ağzı önü düzdür. Trafik durumunun çukurlaştırmaya müsaade etmediği durumlarda veya saptırcıların tıkanmasının söz konusu olduğu yerlerde kentlerdeki yollar ve otobanlarda tercih edilirler.



Şekil 1.16. Bordürde bırakılan düz giriş

1.6.2.b. Bordürde bırakılan çukurlaştırılmış giriş

Bu girişlerde trafik durumu açısından sakınca yoksa girişin ön tarafı çukurlaştırılarak yağmur suyunun girişe yönlendirilmesi sağlanır (Şahin 2006). Böylece hızlı ve etkin bir drenaj sağlanmış olur.



Şekil 1.17. Bordürde bırakılan çukurlaştırılmış giriş

1.6.2.c. Bordürde Bırakılan Saptırcılı Girişler

Bu girişlerde girişin ön tarafında bordüre dik saptırcılar bulunur (Avcuoğlu 2008). Saptırcılı girişlerle, su girişe yönlendirilir ve saptırcılar trafiğe engel teşkil etmez. Bu girişlerde caddenin eğimi arttıkça su alma kapasitesi artar.



Şekil 1.18. Bordürde bırakılan saptırcılı giriş

1.6.3. Ark ve bordür girişinin birlikte olduğu birleşik girişler

Bordür girişiyle ark üzerine konulan ızgaralı bir girişin kombinezonu şeklinde yapılan bir giriş tipidir. Genel olarak bordürdeki girişin hemen önünde arkta da bir giriş bırakılır. Fakat bunların bordür girişinin memba veya mansap ucuna ikisi üst üste gelecek veya aralarında bir mesafe kalacak şekilde konulmaları mümkündür (Muslu 1993).



Şekil 1.19. Ark ve bordür girişinin birlikte kullanıldığı birleşik giriş

Izgara üzeri sürüntü ve döküntü maddeleri ile dolarsa, su bordürde bırakılan giriş yerine doğru akar ve tahliye edilir. Birleşik girişlerde kullanılan ızgaralı yağmursuyu girişleri bordüre paralel olan tercih edilmelidir.



Şekil 1.20. Izgaralı girişin dolduğu takdirde su bordürden tahliye edilir

Birleşik girişlerde ızgara bordürde bırakılan girişin mansap kısmına yerleştirildiği takdirde daha iyi verim alınır.



Şekil 1.21. Izgaranın bordürün mansap tarafına yerleştirilmesi

1.6.4. Cadde boyunca bırakılmış ızgaralı girişler

Bu girişler havaalanları, otoparklar ve park yerleri gibi geniş alanlara sahip yerlerde kullanılırlar. Geniş alanlarda mevcut yağmur suyu girişlerine kıyasla en hızlı ve etkili çözümdürler. İzgaraların enleri boylarına göre çok küçüktür.



Şekil 1.22. Cadde boyunca bırakılmış ızgaralı girişler

1.7. Yüzeysel Drenajda Üst Yapının Projelendirilmesindeki Esaslar

Yolun üst yapısını yüzey suyu etkisinden korumanın en iyi yolu, tüm yüzeyi (banketler de dâhil) asfalt gibi su geçirmez bir tabaka ile kaplamak ve suyun akışına elverişli olarak eğim ve bombe vermektir.

1.7.1. Üst yapı bombesi ve eğimler

Üst yapıda suyun akışını hızlandırmak için üst yapı yüzeyine bombe verilir. Yaya kaldırımlı kaplamalarda boyuna eğim, suyun yola zararlı bir biçimde yayılmasını

önlemek amacıyla en az %0,5 yapılmalıdır.

Yolun yüzeyinden suların hızlı bir şekilde uzaklaştırılması için enine eğimler verilir, enine eğim ne kadar fazla olursa su da o kadar hızlı bir şekilde yol yüzeyinden uzaklaşır. Ancak, trafik bakımından enine fazla eğim verilmesi istenmez. Uygun enine eğim sınırları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1.3. Enine eğim sınırları

<u>Yol Yüzey Tipi</u>	<u>Enine Eğim</u>
Yüksek Nitelikte	0.010 – 0.02
Orta	0.015 – 0.03
Düşük	0.020 – 0.04

1.7.2. Banketler

Banketler genel olarak yol yüzeyinden suları uzaklaştırmak için yol kenarına yapılmış olan eğimli yapılar olup, yol kaplamasından aldıkları suları kenar hendeklerine aktarırlar.

Banketin eğimi, kaplama yüzünden suları akıtmaya yetecek kadar olmalı ve genel olarak yolun eğimi ile aynı seçilmektedir. Banket eğiminin yolun eğiminden, az olması halinde yeterince su yol yüzeyinden uzaklaştırılamayacak ve hatta yol yüzeyine yayılacaktır. Yol yüzeyinden uzaklaştırılamayan su, yol yüzeyine yayılarak trafik kazalarına ve yolda bozulmalara sebebiyet verecektir. Gereğinden fazla eğim olması halinde, yol yüzeyi üzerinde kırık bir nokta oluşur ve trafik açısından sakıncalı durumlar ortaya çıkar.

1.8. Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Projelendirilmesi

Etkili bir drenajın sağlanması için trafik durumu, yol geometrisi ve akım şartlarına göre

uygun giriş tipinin seçilmesi ayrıca girişlerin gereken yerlerde ve yeterli kapasitede olması gerekir (Şahin 2006). Giriş yerlerinin projelendirilmesi esnasında aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

1.8.1. Giriş yerlerinin projelendirilmesinde dikkat edilecek hususlar

a. Trafik emniyeti ve konfor şartlarının müsaadesi nispetinde mümkün olduğu kadar fazla bir enine eğim kullanılmalıdır (Muslu 1993).

b. Izgaralı girişler için tıkanma problemi büyük bir sorundur. Bordürde bırakılan girişlere nazaran %3'ten fazla eğimli yerlerde de kullanılabilmektedirler (Alexander and Heaney 2002).

c. Gelen yağmursuyu debisinin %5 ilâ 10'u aşağıdaki giriş yerine geçecek şekilde hesap yapılmalıdır. Fakat bu durumun yayalar veya trafiğe bir güçlük çıkarmaması gerekir.

d. Yağmursuyu giriş yerlerinin çukurda teşkili, yani bu noktada yol seviyesinin çukurlaştırılması, giriş yerinin kapasitesini artırır. Böyle yapmakla en fazla, bordürde bırakılmış giriş yerlerinin kapasitesi artar. Giriş yerinde yol seviyesinin, uzun bir mesafe boyunca, az bir miktar çukurlaştırılması, kısa bir mesafede çok fazla çukurlaştırılması kadar etkili olur

f) Mansabın sonundaki giriş yerinin gelen yağmursuyunun tamamını alacağı düşünülerek projelendirilmesi gerekir.

1.8.2. Trafiğin bordüre çok yakın olmadığı hallerde dikkat edilecek hususlar

Tıkanma problemi yoksa arkta çukurlaştırılmış bir giriş yeri bırakılır. Yahut ark ve bordur açıklıkları bitişik ve ızgara çubukları boyuna doğrultuda olan birleşik bir giriş

yeri teşkil edilir. Eğer tıkanma sorunu varsa ve proje debisi küçükse çukurlaştırılmış bordür girişi yapılır. Debi büyükse çukurlaştırılmış bir birleşik giriş teşkil edilir. Birleşik girişler tıkanmaya en az maruz olan girişlerdir.



Şekil 1.23. Trafiğin bordüre yakın seyrettiği durum

1.8.3. Trafiğin bordüre yakın olarak seyrettiği yerlerde dikkat edilecek hususlar

Caddenin boyuna eğimi %5'den büyükse saptırcılı bir giriş yapılır. Fakat bu takdirde sürüntü maddesinin saptırcının dışları arasına toplanmaması gerekir. Caddede boyuna eğimi %5'den küçükse, saptırcılar arasındaki yarıkların tıkanmasının problem olması muhtemel caddelerde, çukurlaştırılmamış bir ark girişi veya çukurlaştırılmamış bir kombine giriş yapılır ve ızgaralar boyuna doğrultuda bırakılır (Muslu 1993).

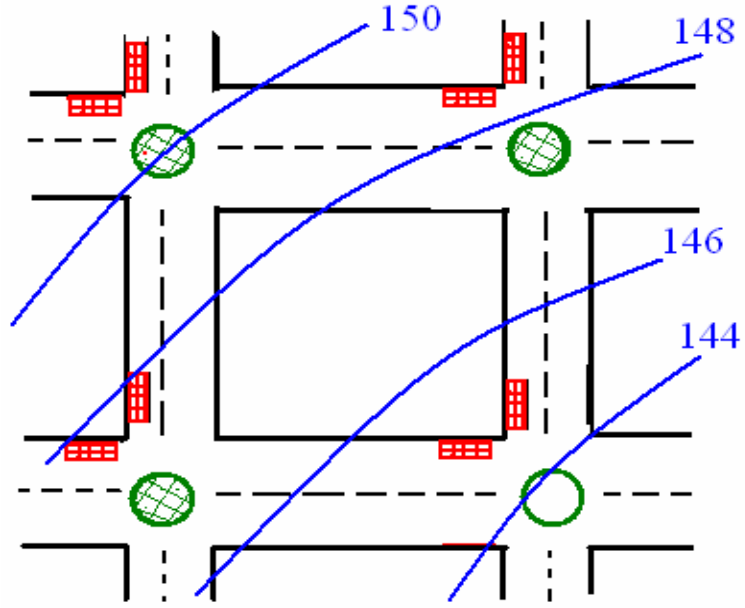
1.8.4. Çok az eğimli, tamamen düz caddeler veya çukur yerlerde bırakılan girişlerin tertibinde dikkat edilecek hususlar

- a. Düz yerlerde, giriş yerine doğru, her iki taraftan arka hafif eğim verilir. Böyle girişler, sanki çukur yerlerde teşkil edilen girişler gibi bir özellik gösterirler.
- b. Eğimli caddelerin eteğindeki alçak kotlu yerlerde yukarıda bulunan giriş yerinin tıkanması halinde doğrudan geçip gidecek suları da alabilecek şekilde giriş yerine fazla kapasite verilmelidir.
- c. Çukur yerlerde, ızgaralar tıkanıdığı takdirde su basmasını azaltmak için bordür girişleri veya birleşik girişler kullanılır.
- d. Çukur yerlerdeki girişler tıkanma temayülündedir. Bu sebepten, bunların emniyetli kapasiteleri küçük tutulmalıdır. Çukur yerlerde bırakılan girişlerin kapasiteleri, bordür girişlerinde %10, birleşik girişlerde %20 ve cadde arklarında bırakılan girişler için %30 daha az olacağı düşünülerek hesap yapılmalıdır (Woo and Jones 1974).

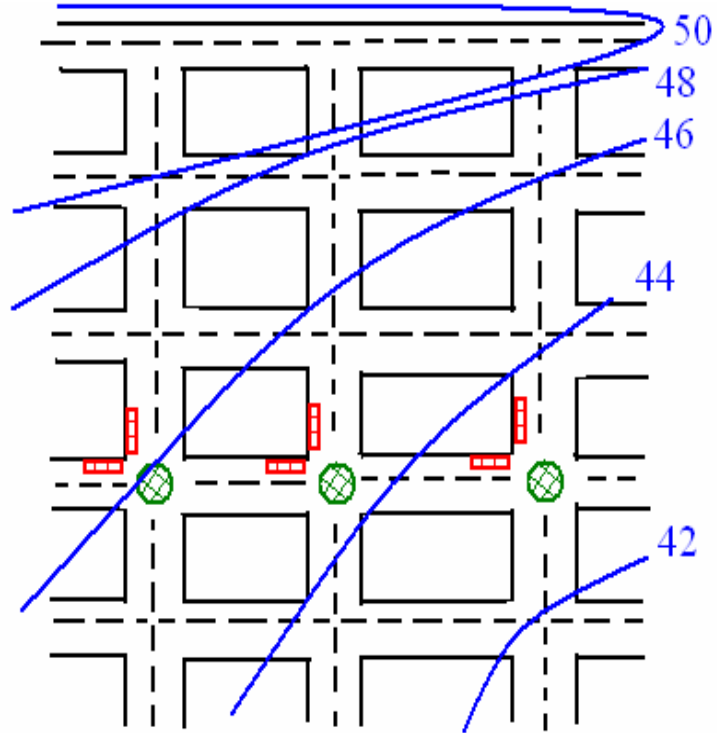
1.8.5. Yağmursuyu giriş yerlerinin yerleştirilmesi

Yollardaki trafik şeritlerinin su altında kalmaması için, yağmur suyu girişlerinin yeterli büyüklükte ve miktarda yapılması gerekir. Yağmur suyu girişlerinin yerleri ve sayıları yaya geçitlerini su baskınından koruma arzusuna bağlıdır. Tali yollarla ana yolların birleştiği kısımlara da yağmursuyu girişleri konularak buradan gelen sular alınmalıdır (Gökdağ 1991).

Bağlantı borularının kontrolünün ve temizlenmesinin sağlanması için, yağmursuyu giriş yerlerinin bacalara bağlanması tercih edilir.



Şekil 1.25. Ekonomik durumun iyi olmadığı yerlerde, her kavşağa 2 adet yağmursuyu girişinin yerleştirilmesi



Şekil 1.26. Çok daha önemsiz yerlerde yağmursuyu giriş yerlerinin birkaç blok arayla yerleştirilmesi

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Li *et al.* (1995), çukurlaştırılmış ızgaralı birleşik girişlerin hidrolik davranışı ile ilgili önceden yapılmış olan deneysel verileri analiz etmiş ve bu çalışmalardan elde edilen bilgilerle bir metot geliştirerek birleşik girişlerin bir çeşidine uygulamasını araştırmıştır. Bu metot, ızgara ile bordür girişinin aynı uzunlukta olduğu birleşik girişler için uygulanmıştır. Araştırmalarda beş tip ızgaralı giriş kullanılmış ve bunlardan 4 tanesinin ızgara çubukları bordüre dik, 1 tanesi bordüre paralel olarak yerleştirilmiş ızgaralı giriştir. Cadde eğimi %1 ile %9 arasında farklı değerler alınarak eğimlerin her durumu için oluk debisi 170 lt/sn'ye kadar ölçülmüş ve birleşik girişlerde 6,35 cm çukurlaştırma yapılmıştır.

Testlerin sonucunda; Bordüre dik olarak yerleştirilen ızgaralı girişlerin ızgara kapasitesini azalttığı görülmüştür. Birleşik girişte, ızgarayı bordürün mansabına yerleştirmenin membasına yerleştirmekten daha iyi sonuç verdiği ölçülmüştür. Izgara bordürün mansabına konulduğunda suyun önünde bir set oluşturur ve oluşan set sayesinde gelen su, bordürün içine yöneleceği için su alma kapasitesinin artacağı belirtilmiştir. Çukurlaştırılmış birleşik girişlerde bordüre paralel ızgaralı girişlerin en iyi hidrolik davranışı gösterdiği belirtilmiştir.

Gomez and Russo (2005), ızgara girişinin yeterliliğini hesaplamak için kullanılan üç metodu araştırarak birbirleriyle karşılaştırma yapılmıştır. Bunlar, Amerikan ulaştırma bölümünün yapmış olduğu HEC-22, Neenah Foundary şirketinin geliştirdiği NFCO ve Catalonia teknik üniversitesinin hidroloji bölümünün yaptığı UPC metotlarıdır.

Bu araştırmanın sonucunda, farklı tipteki ızgara ve cadde geometrileri için ızgara girişinin yeterliliğini hesaplamada üç farklı metot yürütülmüş ve aynı sonuçlar bulunmuştur. HEC- 22 ve NFCO yöntemlerinin kullanımının kendi ürün gruplarındaki ızgara testleri ile sınırlı olduğu belirtilmiştir. UPC metodu ile bu metotların doğruluğu gösterilmiştir. UPC metodunda önceki deneysel testler olmaksızın her tip ızgara ve

cadde geometrisi için teorik olarak giriş yeterlilik kapasitesinin bulunmasında uygulanabileceği gösterilmiştir.

McEnroe *et al.* (1999), Kansas Karayolları'nın kullandığı standart yağmursuyu girişlerinin hidrolik modellemesi Kansas Üniversitesi Hidrolik laboratuvarında 1/4 ölçekli 15 m uzunluğunda yol modelinde yapılmıştır. Boyuna ve enine eğimi ayarlanabilen modelde 1/4 ölçekli standart ızgaralı giriş, bordür girişleri ve birleşik girişler yerleştirilmiş ve yolun üst kısmı ile yağmursuyu girişleri arası mesafe 9 m belirlenmiştir. Yol yüzeyinin sürtünmesini artırmak için kaymayı engelleyici bir madde boyayla karıştırılarak yüzey boyanmıştır. Yağmursuyu girişleri tarafından tutulan su miktarı 90° üçgen savakla ölçülmüştür.

Deneyler %0,5 ile %5 arasında değişen boyuna eğimlerle ve %1,6 ile %3,1'lik enine eğimler değiştirilerek 1,5 m, 3 m, 4,5 m uzunluğundaki tip 22 bordür girişleri, tip 12 birleşik girişler (0,75 m uzunluğundaki bordür girişleri ve 0,75x0,475 m ızgaralı giriş), tip B ızgaralı giriş (0,75x0,475 m) beton ızgaralı giriş ve tip 1 birleşik girişleriyle yapılmıştır.

Deneyler sonucunda, tutulan debiler ile caddedeki toplam debiler ölçülerek değişen enine ve boyuna eğimler ve yağmursuyu girişlerinin grafikleri elde edilmiştir. Izgara açıklıklarındaki üç giriş (beton ızgara girişi, tip B ızgara girişi ve tip 12 birleşik girişi) test edilen bütün koşullarda aynı performansı göstermiştir. Yolun boyuna eğiminin bu girişlerin performansında önemli bir etkisi olmadığı ve girişlerin hepsinin dik enine eğimlerde oldukça iyi performans sağladığı görülmüştür.

Perks and Hewitt (2004), Kanada'nın Ottawa Üniversitesinde 1/2 ölçekle kurulmuş olan modelde bir dizi deney yapılmıştır. Ottawa şehrinde kullanılan tip bordür ve ızgaralı girişlerin farklı yol eğimlerinde, akım koşullarında ve ark şekillerinde hidrolik kapasitelerin incelendiği deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda, bordür girişlerinin ızgaralı girişlere göre daha düşük hidrolik kapasiteye sahip oldukları görülmüştür. Çoğu

yol durumunda bordür girişinin verimi %10 ile %20 civarında gözlenirken, ızgaralı girişin %60 ile %70 civarında olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak, bordürün her girişi için çukurlaştırma yapılması suyu tutma oranında önemli bir artış göstermediği belirtilmiştir.

Ottawa’da yapılan çalışmanın sonuçlarının böyle çıkmasının temel nedeninin Kanada’da kullanılan bordür giriş açıklığının 1 m’den küçük olmasına bağlanmıştır. Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan benzerlerinin 2,5 ile 5 m arasında değişen boyutlarda olması nedeniyle 1 m’lik uzunluğun etkili olamaması son derece normal olduğu belirtilmiş ve bu bordür açıklık genişliklerinin etkili ve yeterli hidrolik kapasiteyi oluşturduğu belirtilmiştir.

Şehrin dar olması nedeniyle cadde eğimlerinin %0,5 ile %1’ lik eğimlerden daha az olması nedeniyle oluklardan akan su giriş yerlerini pas geçtiği gözlenmiştir. Fakat düşük kotlu veya çukur yerlerde bordür girişleri orifis ve yan savak gibi davranarak kapasitelerinin artmış olduğu gözlemlenmiştir. Sonucunda hidrolik kapasiteleri ızgaralı girişlerinki kadar olduğu görülmüştür.

Woo and Jones (1974), FHWA yapmış olduğu deneysel çalışmada, deney düzeneğine altı farklı ızgara yerleştirilmiş ve ızgaraların gelen akımı tutma miktarı belirlenmiştir. Her bir ızgara için %0,5 ile %13 arasında değişen boyuna eğim değerleri için ızgaraların hidrolik performansları incelenmiştir.

Çalışmada 885 cm uzunluğunda 89 cm genişliğinde bir model kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan ızgaralar ve özellikleri ise; ORE-L, ORE-T, TB45-1 ve MASS ızgaralarının gerçek boyutları ile deneyler yapılmıştır. TB45-5 ızgarası 1/1,27 oranında küçültülerek oluşturulan TB45-3 ile deneyler yapılmış daha sonra bulunan sonuçlar TB45-5’e analitik olarak uyarlanmıştır. TBV-5’ in 1/1,27 oranında küçültülmüş modeli olan TBV-3 ile deneyler yapılmış ve aynı şekilde sonuçlar TBV-5’ e yansıtılmıştır. Deneysel çalışmalarda; 0,08 m³/sn ve 0,091 m³/sn arasında değişen debiler, 0,005 ile

0,13 arsında değişen boyuna eğimler, yüzey pürüzlülüğü olarak 0,013, enine eğimler 0,04 ve üniform enkesitli arklar kullanılmıştır.

Bu çalışma sonucunda ızgaraların hidrolik verimliliklerinin değişik akım değerlerinden ve yol durumundan nasıl etkilendiği gözlemlenmiştir.

Schmitt *et al.* (2004), bu çalışmada kentiçi drenaj sistemlerindeki aşırı yüklenmiş kanalizasyon sistemlerinin neden olduğu sel olgusunun ikili drenaj modelinin ne kadar gerekli olduğu analiz edilmiştir. Yüzey akışı ve boru akışı için hidrolik akış yönüne dayanan detaylı bir drenaj simülasyon modeli RisUrSim yapılmıştır. Yüzeydeki su seviyesini doğru hesaplamak ve olası hasarı doğru değerlendirebilmek için yüzey ve kanalizasyon arasındaki etkileşime özel bir önem verilmiştir.

RisUrSim araştırma projesi sonucunda aşağıdaki değerlendirmeleri yapmıştır.

- Kentiçi drenaj sistemindeki sel simülasyonu, selin olası hasarını çıkarmak ve su seviyesini daha doğru değerlendirmek için akış yönlendirme sürecindeki kanalizasyon akışı ile bir çeşit yüzey akışının daimi birleşimini gerektiği belirtilmiştir.
- Sel baskınına uğramış alanlarda dinamik kanalizasyon akış yönü ile hidrolik yüzey akış modelinin bağlı değişim yerlerindeki yoğun bir korumayı ve uygun bir seçimi gerektiği belirtilmiştir.
- Hidrolik yüzey akış simülasyonu yüzey taşkını olur diye akış modelini doğru tanımlamak için drenaj sistemi içindeki yüzey alanlarının detaylı olarak temsil edilmesine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

RisUrSim program simülasyonunda, yapay fırtınalar oluşturunarak çeşitli test senaryoları uygulanmıştır. Bu uygulamalar sel durumunda ve aşırı yük altındaki kanalizasyon akışı

ve yüzey akışı arasındaki etkileşimi ve hidrolik akış simülasyonunun çok önemli model özelliklerini doğrulamak için yapılmıştır. Simülasyonlar gerçek dünyadaki karmaşık sistemlerden farklı olarak basit yapılar kullanarak tek modeller şeklinde yapılmıştır. Temsili olarak yapılan modelde bulunan sonuca göre düşük yüzeyli alanlarda bulunan caddelerde su baskını olduğu gösterilmiş ve RisUrSim programı ile yüzey sellerinin azaltılabileceğinin kanıtlanmış olduğu belirtilmiştir.

Şahin (2006), bu çalışmada yerleşim yerlerinde yağmur suyu drenajı için kullanılan yağmur suyu giriş yerlerinden ve ülkemizde en çok kullanılan ızgara tipi girişlerin hidrolik hesaplarından bahsetmiştir. En uygun giriş tipinin belirlenmesi için FHWA'nın önceden yapmış olduğu deney verilerinden yararlanılmıştır. FHWA'nın deney sonuçlarına göre altı farklı boyuna eğim için iki boyutsuz sayı elde etmiş ve bütün ızgara tipleri için bunların birbirleriyle değişimini incelemiştir. Ayrıca, FHWA tarafından yapılmış deneyde kullanılmayan boyuna eğim değerlerindeki hidrolik verimlilikleri tahmin etmek için formüller türetmiştir.

Sonuç olarak çubukları bordüre paralel olan ızgaraların hidrolik performansının çubukları bordüre dik olan ızgaralara göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Tezel (2005), bu çalışmada birleşik girişlerin performansları ve önceki yıllarda Kansas Üniversitesinde yapılmış deneyler yorumlanarak hangi sistemin hangi yol koşullarında nasıl sonuç verdiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bordür girişlerince tahliye edilen su miktarı Froude sayısı ile değişen grafikler elde edilerek suyun davranışı hakkında bilgi edinilmiş ve önceden yapılmış olan deney sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucunda, su alma girişindeki Froude sayısına bağlı olarak tutulan su miktarı, Froude sayısı azaldıkça tutulan su miktarının arttığı ve Froude sayısı arttıkça tutulan su miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Cadde eğiminin tutulan su miktarını etkilediği görülmüştür. Deney sonuçları ile teorik sonuçlar arasındaki hatanın %10'dan az olduğu görülmüştür.

Guo (2000), bu çalışmada tek ızgara girişleri için geliştirilen tıkanma faktörleri sistematik olarak çoklu ızgara girişlerinin tasarımı için genişletilmiştir. Ayrıca eğimli caddelerdeki ızgara girişleri için geçerli olan tasarım yöntemi girişlerin uzunluğuna bir tıkanma faktörü uygulayabilmek için revize edilmiştir. Revize edilen denklemin çeşitli giriş büyüklükleri ve tıkanma durumları için tutarlı tahminler ortaya çıkarttığı belirtilmiştir.

Giriş kapasitesine tıkanma faktörü uygulandığında girişlerin aşırı uzunlukta olmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada girişin uzunluğuna tıkanma faktörü uygulanarak bu tutarsızlık çözülmüştür. Izgara girişlerinin etkili uzunluğunu kullanarak ızgara ölçülerinin ve tıkanma faktörlerinin çeşitli kombinasyonları için tutarlı değerler tahmin edilebileceği belirtilmiştir.

Almedeij *et al.* (2006), Kuveyt' in yerleşim bölgesinde yer alan çukurlaşmış ızgaralar için, suyun yolda yayılması frekansa ve tıkanma faktörüne dayanarak analiz edilmiştir. Çift ızgara girişinde suyun yayılma genişliği toplam akışın hidrolik etkisini tersine azaltma eğiliminde olduğu için çukurlaşmış bölgelerde çift ızgara girişi tek ızgara girişine göre daha çok tercih edilebileceği belirtilmiştir. Çukurlaşmada bulunan çoklu ızgara girişlerine tıkanma faktörünün etkisi basit bir şekilde tanımlanmıştır.

Sonuç olarak, Kuveyt kentinin yerleşim bölgesinde yer alan üç ızgara tipinin çukurlaşmış girişleri yağmur frekansına ve döküntü tıkanma faktörüne dayanarak analiz yapılmıştır. Tek ızgara çukurlaşmış girişleri için MPW tarafından bugün uygulanan tasarım sınırının çeşitli yağmur ve tıkanma durumlarında oldukça aşılabileceği bulunmuştur. Çukurlaşmış olan çoklu ızgaranın tıkanma faktörünün etkisinin değerlendirmesi için sade bir ifade önerilmektedir. Önerilen bu ifadeye göre, ızgara girişleri yol yüzeyine göre çukurlaştırılmış olması nedeniyle sadece tüm suyu içeriye alması değil, aynı zamanda tıkanacağı döküntü ve sürüntü maddelerine karşı %100 etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında; Kentiçi yolların yüzeysel drenajı hakkında genel bilgi verilerek şehrin muhtelif yerlerinde bulunan bazı ana caddeler, yüzeysel drenaj açısından incelenmiştir. Örnek olarak alınan yolların yağmursuyu drenaj girişlerinin yeterli olup olmadığı gözlemlenerek yolun mevcut hali için, yağmursuyu drenaj giriş yerlerinin hangi aralıklarda yerleştirilmesi gerektiği Rasyonel Metot, Manning Formülü ve T.C.K'nın tip ızgara kesitleri kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2. Akış Miktarı

Yağış sularının bir kısmı buharlaşır bir kısmı zemin tarafından emilir, geriye kalanı ise yüzeyde akar, yüzeyde akan bu suya akış denir. Akış miktarı, belirli bir süre içinde o bölgede meydana gelecek en şiddetli taşkına göre hesaplanır.

Akış miktarının bulunmasında Rasyonel Metot bağıntısı en yaygın kullanılanıdır.

$$Q=(1/3600).(C.I.A) \quad (3.1)$$

Q =Akış miktarı debi (lt/sn)

C =Akış katsayısı (Boyutsuz)

I =Yağış şiddeti (mm/saat)

A =Drenaj havzası (yağış havzası alanı) (m^2)

Bağıntıda geçen C akış katsayısı havzanın topoğrafik durumuna, zemin cinsine, bitki örtüsü yoğunluğuna gibi arazinin durumuna göre farklı değerler alır. Çizelge 3.1'de

bazı cins zemin ve kaplama durumu için C katsayıları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bazı kaplama ve zemin özelliklerine göre ‘C’ akış katsayısı değerleri

<u>Kaplama ve zemin özelliği</u>	<u>Akış katsayısı ‘C’</u>
Beton veya asfalt kaplama	0,80- 0,95
Çakıl veya makadam yollar	0,35- 0,75
Parklar, yeşil alanlar	0,10- 0,35
Hafif dalgali çayırliklar	0,20- 0,40
Çok dik çıplak yamaçlar	0,80- 0,90
Yaprak döken ağaçlı ormanlar	0,35- 0,60
Çam ormanları	0,25- 0,50
Dalgali çıplak yüzeyler	0,60- 0,80
Vadi içi ekili araziler	0,10- 0,30

Yağış şiddeti (I), toplanma süresi ile ilgilidir. Toplanma süresi ise, yağış havzasının en uzak noktasına düşen yağışın boşalım noktasına ulaşması için gereken süreye denir.

$$T_e = 0,0078 \cdot [(L_1^{3/2} \cdot 3,2808) / H^{1/2}]^{0,77} \quad (3.2)$$

T_e = Toplanma süresi (dk)

L = Akış bakımından en uzak nokta ile boşalım noktası arasındaki uzaklık

H = Bu noktalar arası kot farkıdır. Hesap edilen toplanma süresi yağış şiddetini yağış-şiddet -süre - tekerrür eğrilerinden elde etmede kullanılır.

Rasyonel metotla hendeklerin geçireceği taşkın debisi hesaplanır. Manning formülü ile, bu debiyi arazinin cinsine göre belirli hızları geçmeyecek şekilde akıtacak en ekonomik boyutlu hendek kesiti bulunur.

$$Q = (1/n) \cdot r^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot A \quad (3.3)$$

Q = Akış miktarı (debi) (lt/sn)

r =Hidrolik yarıçap=ıslak alan/ıslak çevre (m/sn)

S =Kanalın eğimi (m/m)

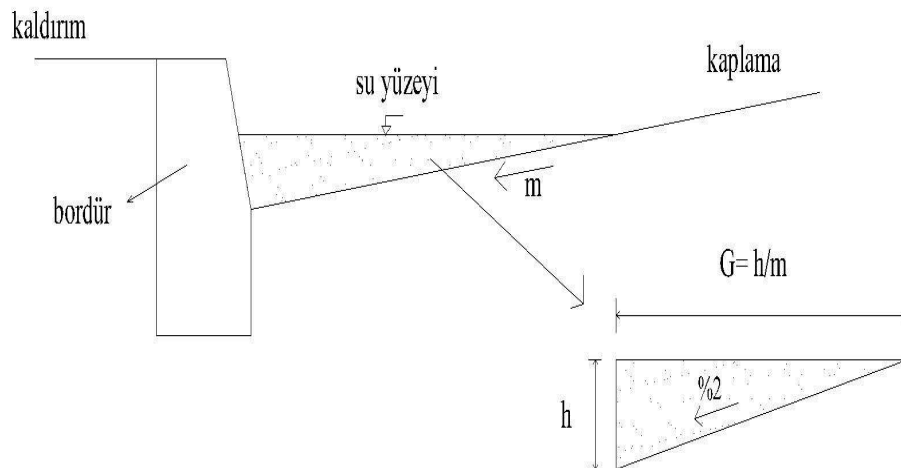
n =pürüzlülük katsayısı

A =Alan (m²)

Çizelge 3.2. Manning ‘n’ pürüzlülük katsayısı (FHWA 1996)

<u>Ark ve Cadde cinsi</u>	<u>Manning ‘n’</u>
Beton giriş yeri	0,012
Asfalt kaplama	
Yumuşak tip	0,013
Sert tip	0,016
Asfalt kaplanmış giriş yeri	
Yumuşak	0,013
Sert	0,015
Beton kaplama	
Mala ile düzeltilmiş	0,014
Tırmık ile düzeltilmiş	0,016

3.3. Bordür oluşunun su akıtma kapasitesi hesabı



Şekil 3.1. Bordür su oluşu

Genellikle kapasite Manning formülünün aşağıdaki formül haline getirilmesi ile hesaplanır.

$$Q_{b2}=0.00175.(1/m.n).s^{1/2}.h^{8/3} \quad (3.4)$$

Q_{b2} =Su akıtma kapasitesi (lt / sn)

s=Yolun boyuna eğim

m=Yolun enine eğimi

n=Manning pürüzlülük katsayısı

h=Su derinliği (cm)

Bordür oluşunda suyun üst yüzeyinin bordür kenarından yayılma mesafesi G Çizelge 3.3 yardımıyla bulunur. Formül (3.4)'deki maksimum su derinliği (h) Çizelge 3.3'den alınan G mesafesine ve yolun enine eğimine göre hesaplanır.

$$G=h/m \quad (3.5)$$

Çizelge 3.3. Yolun Proje hızına göre suyun izin verilen maksimum yayılma oranı (FHWA 1996)

<u>Yol cinsi</u>	<u>Proje hızı</u>	<u>Maksimum yayılma (m)</u>
Yüksek yoğunluk	<70 km/h	Banket + 0.9 m
Tam bölünmüş		
Çift yönlü	>70 km/h	Banket
	Çukur noktada	Banket + 0.9 m
Yan yollar	<70 km/h	1/2 şerit
	>70 km/h	Banket
	Çukur noktada	1/2 şerit
Ara sokaklar	Düşük trafik yoğun.	1/2 şerit
	Yüksek trafik yoğun.	1/2 şerit
	Çukur noktada	1/2 şerit

3.4. Yağmursuyu Girişlerinin Kapasite Hesabı

Trafik emniyeti ve suyun yol üzerinde fazla yayılmasını önlemek için yolun bordür oluşuna yağmursuyu girişleri yerleştirilir. Bir yağmursuyu girişine gelecek suyun miktarı Rasyonel Metot ile hesaplanır.

$$Q_b = (1/3600) \cdot (C \cdot I \cdot A) \quad (3.6)$$

Q_b =Bordür oluğu su debisi (lt/sn)

C=Yüzeysel akış katsayısı

I=Yağış şiddeti (mm/saat)

A=Yağış havzası (m²) (Bu havza, su toplanma genişliği olan yol yarı yüzeyi ile kaldırım genişliğinin toplanarak, yağmursuyu giriş yerleri arası (L) mesafesi ile çarpılması ile bulunur.)

Yağış şiddeti (I), toplanma zamanı (T_e) ve tasarım frekansına göre yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrilerinden alınır. Yolun eğimine göre suyun toplanma zamanı 5 ila 15 dakikadır (KGM). Toplanma zamanı T_e Çizelge 3.4'den alınır.

Çizelge 3.4. Suların toplanma süresi (KGM)

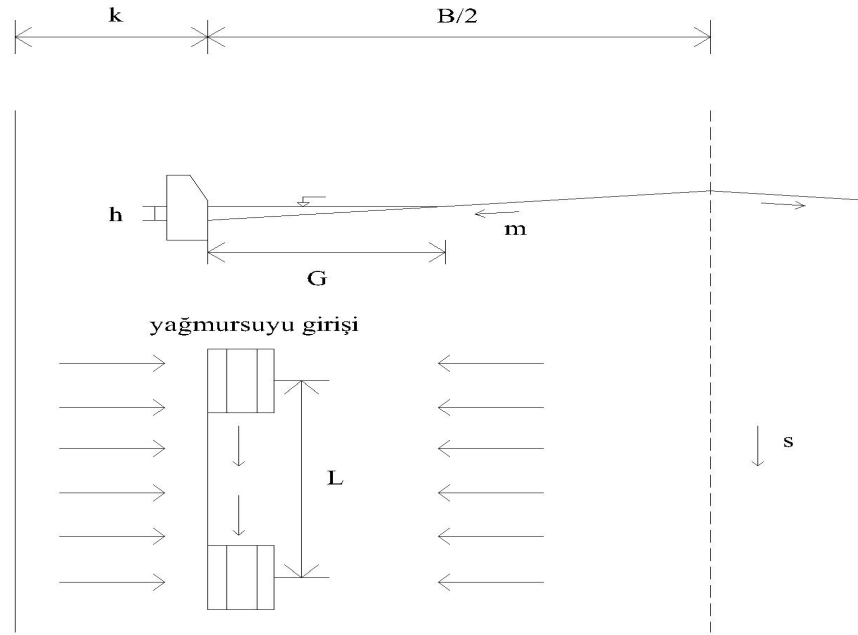
<u>Eğim %</u>	<u>T_e Suların toplanma zamanı</u>
5 ve daha büyük	5
2 -5	10
2 ve daha küçük	15

Yağış şiddetinin tayin edilmesinde diğer bir unsur olan frekans Çizelge 3.5'e göre tayin edilir.

Çizelge 3.5. Minimum tasarım frekansı (KGM)

<u>Yol</u>	<u>Frekans</u>
< 70 km/sa	10
≥ 70 km/sa	≥ 10 ^a
Düşey kurbda	50

*Not: Frekans mühendisin talimatı ile 10 veya 25 yıl alınabilir. $V \geq 70$ km/saat için kaldırım yapılmayacak fakat yüksek dolgular için mühendisin onayı ile bordür yapılır.



Şekil 3.2. Yağmursuyu girişlerinin ara mesafesi

Yolun yağış havzası alanı;

$$A=(B/2+k).L \quad (3.7)$$

K=Kaldırım genişliği (m)

B=Yol platform genişliğinin yarısı (m)

L=İki yağmursuyu girişi arasındaki mesafe (m)

Dolayısıyla Rasyonel Metot formülü

$$Q_{b1}=(1/3600).C.I.(B/2+k).L \quad (3.8)$$

Öte yandan oluğun su kapasitesi (G, m, n ve s)'e bağlı olarak;

$$Q_{b2}=0,00175.(1/m.n).s^{1/2}.h^{8/3} \quad (3.9)$$

$Q_{b1}=Q_{b2}$ eşitlenerek (L) bacalar arası mesafe teorik olarak bulunur. Burada bulunan yağmursuyu giriş boyutları, suyun yağmursuyu girişinin üzerinden atlamayacağı, yandan gelen suyun kaçamayacağı, oluk debisinin hepsini alacağı kadar yeterli olduğu öngörülmektedir. Uygulamada yağmursuyu giriş boyutları sınırlı olduğundan büyük aralıklar yerine daha sık aralıklarla yağmursuyu girişleri yerleştirilir. Yağmursuyu girişlerinin ara mesafesi yağmursuyu girişinin su alma kapasitesine göre hesaplanır.

3.5. Yüzeysel Yağmursuyu Drenajının Kentin Muhtelif Yerlerinden Seçilen Yollarda Uygulanması

Erzurum ili şehir merkezinde bulunan, Havuzbaşı ile Atatürk Üniversitesi kavşağı arasında kalan Cemal Gürsel Caddesi'nin gidiş ve geliş istikametindeki yollar ve Cumhuriyet Caddesi'nin Havuzbaşı ile Yakutiye Belediyesi arasında kalan yolun gidiş ve geliş istikameti örnek olarak alınmıştır. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'de örnek olarak seçilen yolların genel planı görülmektedir.

Örnek olarak alınan yollarda, T.C.K'nın 60x40 cm² ve 40x40 cm²'lik ızgaralı yağmursuyu giriş yerleri kullanılmıştır.

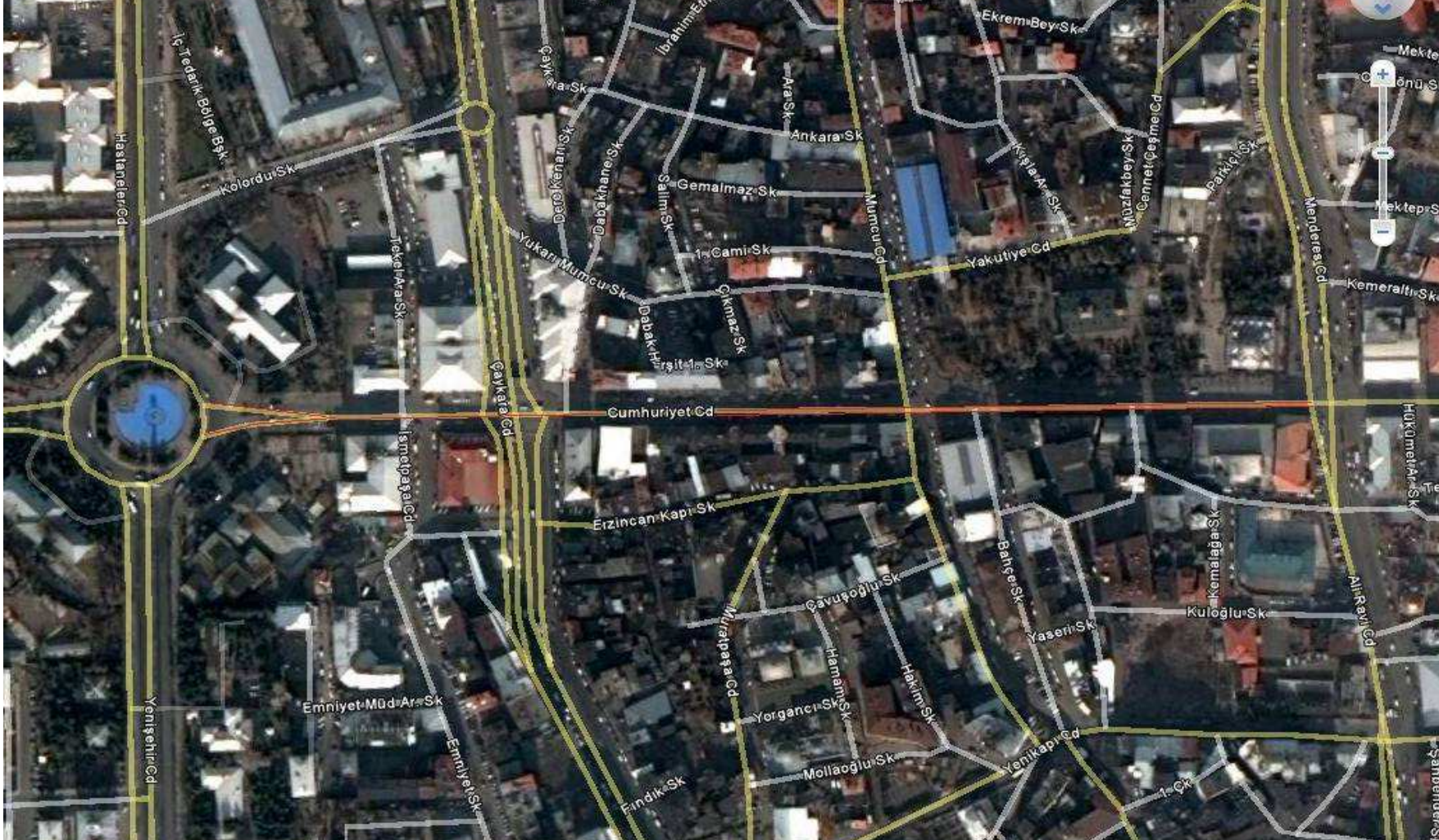
3.5.1. Seçilen yollarda yağmursuyu girişi olarak ızgaralı girişlerin kullanılması

Mevcut yollarda ızgaralı yağmursuyu giriş yerlerinin kullanılma nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

1. T.C.K'nın genellikle ızgaralı tip yağmursuyu drenaj girişlerini tercih etmesi
2. ızgaralı girişlerin cadde arkında taşınan suları alma bakımından daha iyi olması
3. Yol yüzeyinde akan su ile birlikte sürüntü maddelerinin fazla gelmemesi ve tıkanma probleminin olmaması
4. Boyuna eğimin %1'den büyük olması ve en iyi akım şartlarını sağlaması açısından çubukları bordüre paralel olan ızgaralı giriş tipi kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Havuzbaşı-Üniversite arası yol planı



Şekil 3.4. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arası yol planı

3.5.2. Seçilen yollarda kullanılan ızgaralı yağmursuyu giriş tipleri

Mevcut olan yollarda T.C.K'nın genellikle kullandığı 60x40 cm² ve 40x40 cm²'lik yağmursuyu drenaj ızgaraları kullanılmıştır.

T.C.K'nın tip yağmursuyu giriş ızgaralarının kullanılma nedeni; Yağmursuyu drenaj girişleri tayin edilirken parametreler değiştiğinden, bu parametrelere göre bulunacak olan ızgaraların ebatları farklı olacaktır. Bu nedenle, farklı yollar için farklı ebatlarda ızgaralı girişler kullanılması hem ekonomik olmayacak hem de farklı ebatlarda ızgaralı girişlerin üretiminin zor olmasından güçlükler ortaya çıkacaktır.

3.6. Havuzbaşı-Üniversite Arasında Kalan Caddenin Yağmursuyu Girişlerinin Belirlenmesi

3.6.1. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş sağ şerit 1 numaralı yol

Bordür oluğu kapasite hesabı;

Yol uzunluğu=400 m

B=8,50 m

k=5 m

s=0,02

m=0,02

n=0,015 (Çizelge 3.2)

G=2 m

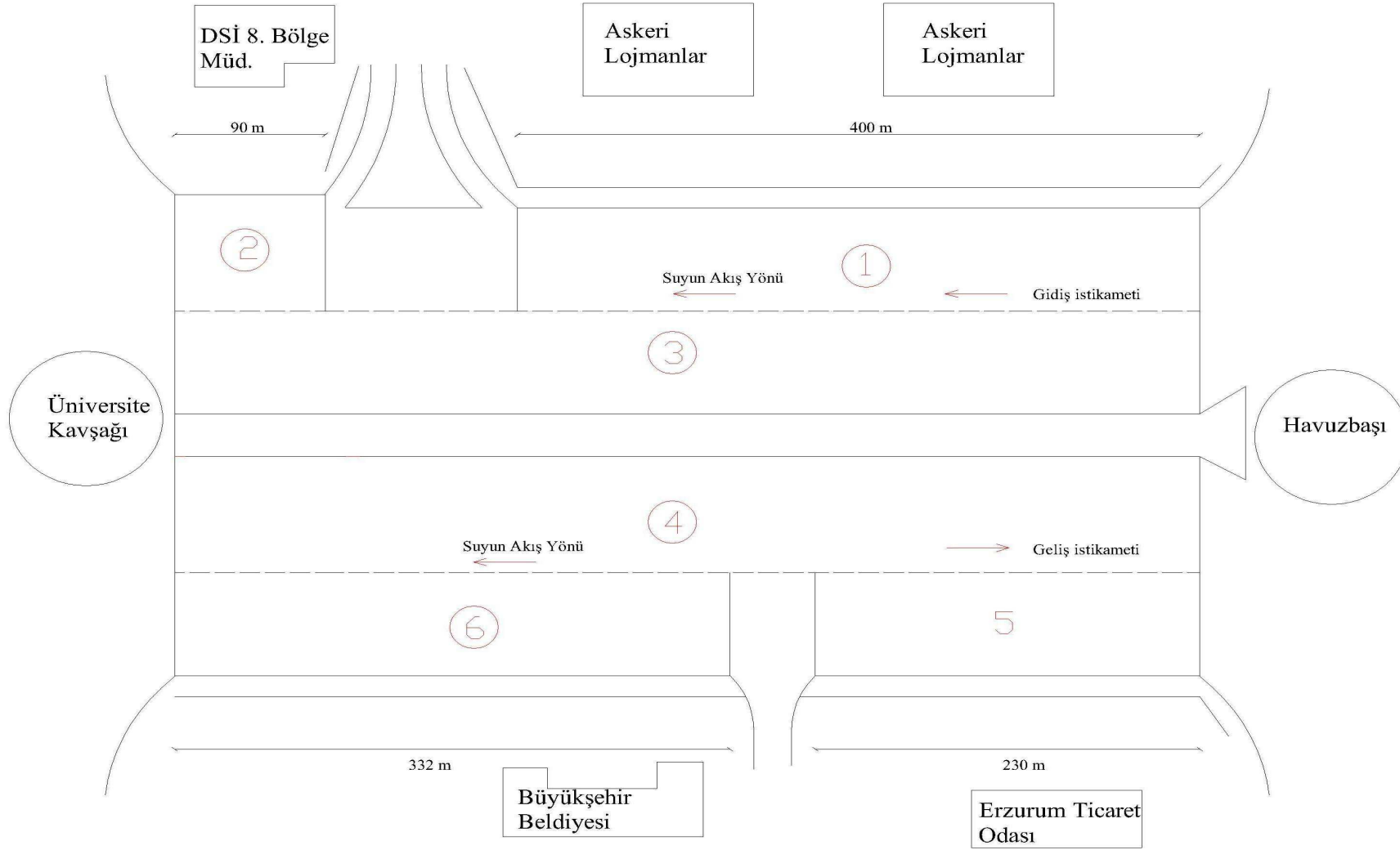
$G=h/m$ $h=G.m$ $h=2.0,02$

$h=0,04$ m=4 cm

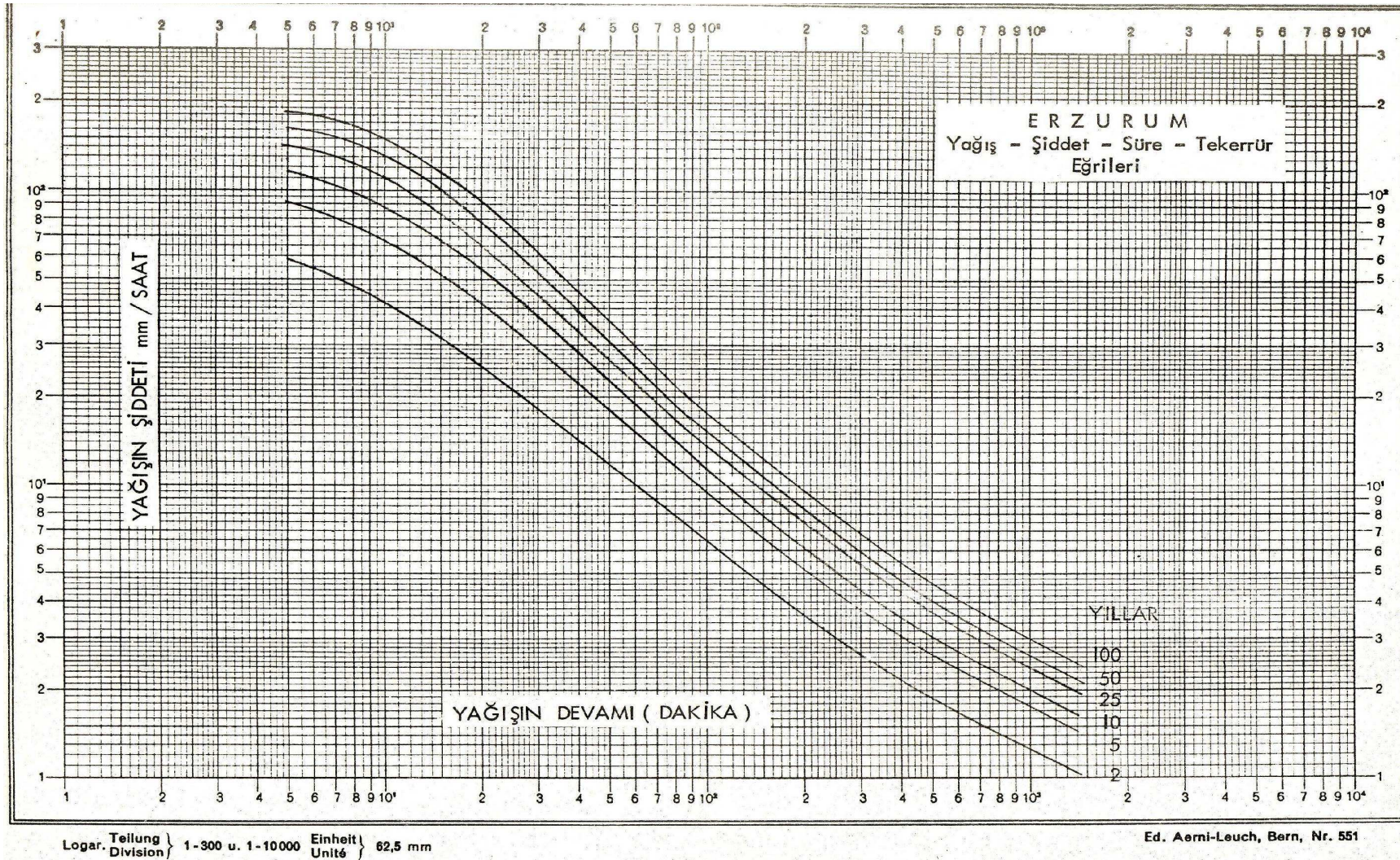
$Q_{b2}=0,00175.(1/m.n).s^{1/2}.h^{8/3}$ (lt/sn)

$Q_{b2}=0,00175.(1/0,02.0,015).(0,02)^{1/2}.(4)^{8/3}$

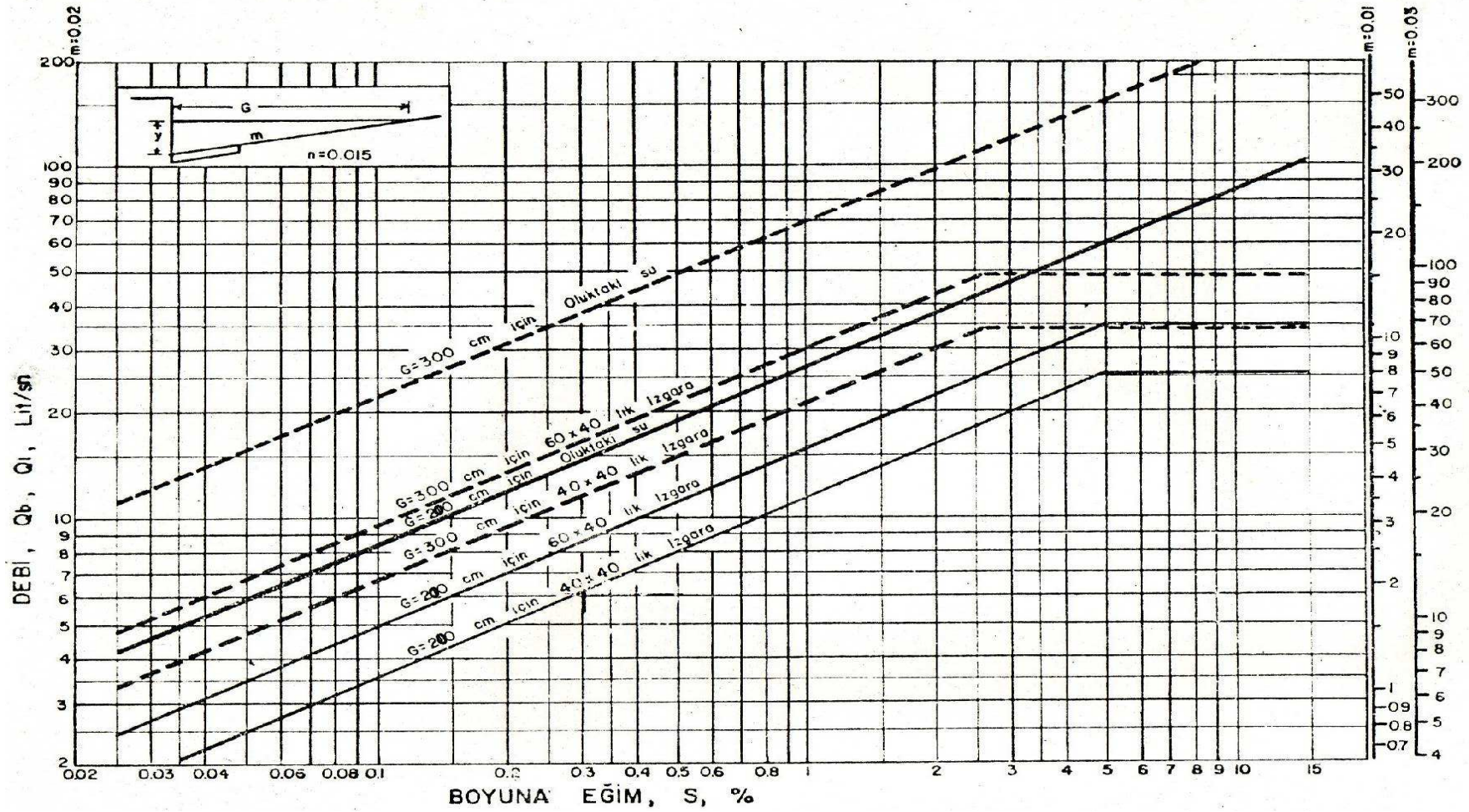
$Q_{b2}=33$ lt/sn (Bordür oluğu kapasitesi)



Şekil 3.5. Havuzbaşı-Üniversite arası yol genel görünüşü



Şekil 3.6. Erzurum ili yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrisi (Anonim 1976)



Şekil 3.7. $G=200$ cm ve $G=300$ cm'ye göre bordür oluğu su kapasitesi ve 60x40 ile 40x40 T.C.K'nın tip ızgaralarının su alma kapasiteleri

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1} = (1/3600) \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$C = 0,90 \text{ (Çizelge 3.1)}$$

$$T_e = 10 \text{ dk (Çizelge 3.4)}$$

$$\text{Frekans} = 25 \text{ yıl (Çizelge 3.5)}$$

$$I = 110 \text{ mm/saat (Şekil 3.6)}$$

$$A = (B/2 + k) \cdot L \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = (8,50/2 + 5) \cdot L$$

$$A = 9,3 \cdot L$$

$$Q_{b1} = (1/3600) \cdot 0,90 \cdot 110 \cdot 9,3 \cdot L$$

$$Q_{b1} = \mathbf{0,26 \cdot (L) \text{ lt/sn}}$$
 (Izgaralar arasına düşen yağmur miktarı)

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1} = Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek}$$

$$0,26 \cdot L = 33$$

$$\mathbf{L = 127 \text{ m}}$$

Seçilen ızgaralara göre, ızgaralar arası gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3} = 23 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_{b1} = 0,26 \cdot L \text{ lt/sn}$$

$$Q_{b3} = Q_{b1}$$

$$23 = 0,26 \cdot L$$

$$\mathbf{L = 88 \text{ m}}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3} = 17 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_{b1}=0,26.L \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$17=0,26.L$$

$$L=65 \text{ m}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b=0,26.400=104 \text{ lt / sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 88 m'de bir 60x40'lık 4 adet ızgara yerleştirilmelidir. Herbir ızgara 23 lt/sn debi aldığına göre 4 adet ızgara $4.23=92 \text{ lt/sn}$ debide su alır. 400 m'lik yola gelen toplam debi (Q_b) 106 lt/sn'dir. Kalan taşınması gereken su debisi $106-92=14 \text{ lt/sn}$ 'dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt/sn'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'lık ızgaralı yağmursuyu yerleştirilmelidir.

3.6.2. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş sağ şerit 2 numaralı yol

$$\text{Yol uzunluğu}=90 \text{ m}$$

$$B=(10,50+12)/2=11,25 \text{ m}$$

$$k=6 \text{ m}$$

$$Q_{b2}=33 \text{ lt/sn (1 numaralı yolda bulunan değerle aynı)}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1}=(1/3600).C.I.A$$

$$C=0,90 \text{ (Çizelge 3.1)}$$

$I=110 \text{ mm/saat}$ (Şekil 3.6)

$A=(B/2+k).L \text{ (m}^2\text{)}$

$A=(11,25/2+6).L$

$A=11,6.L$

$Q_{b1}=(1/3600).0,90.110.11,6.L$

$Q_{b1}=0,32.(L) \text{ lt / sn}$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$Q_{b1}=Q_{b2}$ debileri eşitlenerek

$0,32.L=33$

$L=103 \text{ m}$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$Q_{b3}=23 \text{ lt/sn}$ (Şekil 3.7)

$Q_{b1}=0,32.L \text{ lt/sn}$

$Q_{b3}=Q_{b1}$

$23=0,32.L$

$L=72 \text{ m}$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$Q_{b3}=17 \text{ lt/sn}$ (Şekil 3.7)

$Q_{b1}=0,32.L \text{ m}^3/\text{sn}$

$Q_{b3}=Q_{b1}$

$17=0,32.L$

$L=53 \text{ m}$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b = 0,32.90 = 29 \text{ lt / sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirilir. Bu noktadan itibaren 53 m'ye 40x40'lık 1 adet ızgara yerleştirildikten sonra yolun son kısmına 40x40'lık 1 adet ızgara daha yerleştirilmelidir.

3.6.3. Havuzbaşı-Üniversite istikameti gidiş-geliş sol şerit 3 ve 4 numaralı yollar

Yol uzunluğu=600 m

$$B = (10,50 + 8,50) / 2 = 10 \text{ m}$$

$$k = 0 \text{ m}$$

$$Q_{b2} = 33 \text{ lt/sn (1 numaralı yolda bulunan değerle aynı)}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1} = (1/3600).C.I.A$$

$$C = 0,90 \text{ (Çizelge 3.1)}$$

$$I = 110 \text{ mm/saat (Şekil 3.6)}$$

$$A = (B/2).L \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = (10/2).L$$

$$A = 5.L$$

$$Q_{b1} = (1/3600).0,90.110.5.L$$

$$Q_{b1} = 0,14.(L) \text{ lt / sn}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1} = Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek}$$

$$0,14.L=33$$

$$\mathbf{L=236\ m}$$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=23\ \text{lt/sn}\ (\text{Şekil 3.7})$$

$$Q_{b1}=0,14.L\ \text{lt/sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$23=0,14.L$$

$$\mathbf{L=164\ m}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=17\ \text{lt/sn}\ (\text{Şekil 3.7})$$

$$Q_{b1}=0,14.L\ \text{m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$17=0,14.L$$

$$\mathbf{L=121\ m}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$\mathbf{Q_b=0,14.600=84\ \text{lt / sn}}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 164 m'de bir 60x40'lık 3 adet ızgara yerleştirilmelidir. Herbir ızgara 23 lt/sn debi aldığına göre 3 adet ızgara $3.23 = 69\ \text{lt/sn}$ debide su alır. 600 m'lik yola gelen toplam debi (Q_b) 84 lt/sn'dir. Kalan taşınması gereken su debisi $84-69=15\ \text{lt/sn}$ 'dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt/sn'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'lık ızgaralı yağmursuyu girişi yerleştirilmelidir.

3.6.4. Havuzbaşı-Üniversite istikameti geliş sağ şerit 5 numaralı yol

Yol uzunluğu=230 m

$B=(10,50+8,50)/2=10$ m

$k=5$ m

$Q_{b2}=33$ lt/sn (1 numaralı yolda bulunan değerle aynı)

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$Q_{b1}=(1/3600).C.I.A$

$C=0,90$ (Çizelge 3.1)

$I=110$ mm/saat (Şekil 3.6)

$A=(B/2+k).L$ (m²)

$A=(10/2+5).L$

$A=10.L$

$Q_{b1}=(1/3600).0,90.110.10.L$

$Q_{b1}=0,28.(L)$ lt / sn

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$Q_{b1}=Q_{b2}$ debileri eşitlenerek

$0,28.L=33$

$L=118$ m

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$Q_{b3}=23$ lt/sn (Şekil 3.7)

$Q_{b1}=0,14.L$ lt/sn

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$23=0,28.L$$

$$\mathbf{L=82\ m}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=17\ \text{lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_{b1}=0,14.L\ \text{m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$17=0,28.L$$

$$\mathbf{L=61\ m}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$\mathbf{Q_b=0,28.230=65\ \text{lt / sn}}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirilir. Bu noktadan itibaren 82 m'de bir 60x40'lık 2 adet ızgara yerleştirildikten sonra yolun son kısmına 60x40'lık 1 adet ızgara daha yerleştirilmelidir.

3.6.5. Havuzbaşı-Üniversite istikameti geliş sağ şerit 6 numaralı yol

$$\text{Yol uzunluğu}=332\ \text{m}$$

$$B=8,50$$

$$k=5\ \text{m}$$

$$\mathbf{Q_{b2}=33\ \text{lt/sn (1 numaralı yolda bulunan değerle aynı)}}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1}=(1/3600).C.I.A$$

$$C=0,90 \text{ (Çizelge 3.1)}$$

$$I=110 \text{ mm/ saat (Şekil 3.6)}$$

$$A=(B/2+k).L \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A=(8,50/2+5).L$$

$$A=9,3.L$$

$$Q_{b1}=(1/3600).0,90.110.9,3.L$$

$$\mathbf{Q_{b1}=0,26.(L) \text{ lt / sn}}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1}=Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek}$$

$$0,26.L=33$$

$$\mathbf{L=127 \text{ m}}$$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=23 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_{b1}=0,26.L \text{ lt/sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$23=0,26.L$$

$$\mathbf{L=88 \text{ m}}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=17 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

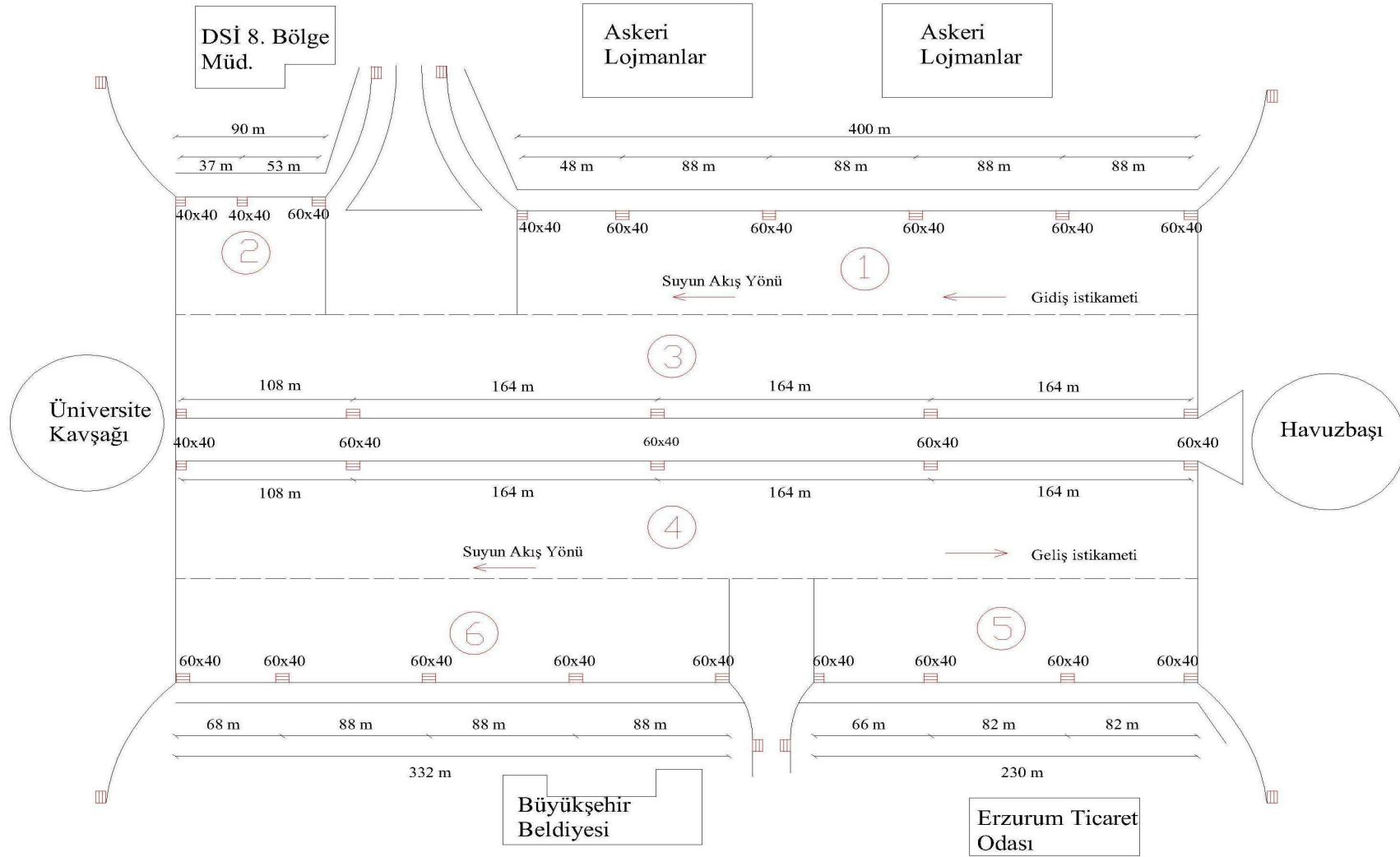
$$Q_{b1}=0,26.L \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$17=0,26.L$$

$$\mathbf{L=65 \text{ m}}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$\mathbf{Q_b=0,26.332=86 \text{ lt /sn}}$$



Şekil 3. 8. Havuzbaşı-Üniversite arası yola yerleştirilen ızgaralı yağmursuyu girişleri

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirilir. Bu noktadan itibaren 88 m'de bir 60x40'lık 3 adet ızgara yerleştirildikten sonra yolun son kısmına 60x40'lık 1 adet ızgara daha yerleştirilmelidir.

3.7. Cumhuriyet Caddesi'nin Yakutiye Belediyesi ile Havuzbaşı Arasında Kalan Yolun Yağmursuyu Girişlerinin Belirlenmesi

3.7.1. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş-geliş 1 ve 2 numaralı yollar

Bordür oluğu kapasite hesabı;

Yol uzunluğu=195 m

B=15 m

k=4 m

s=0,03

m=0,02

n=0,015 (Çizelge 3.2)

G=2 m

$G=h/m$ $h=G.m$ $h=2.0,02$

$h=0,04$ $m=4$ cm

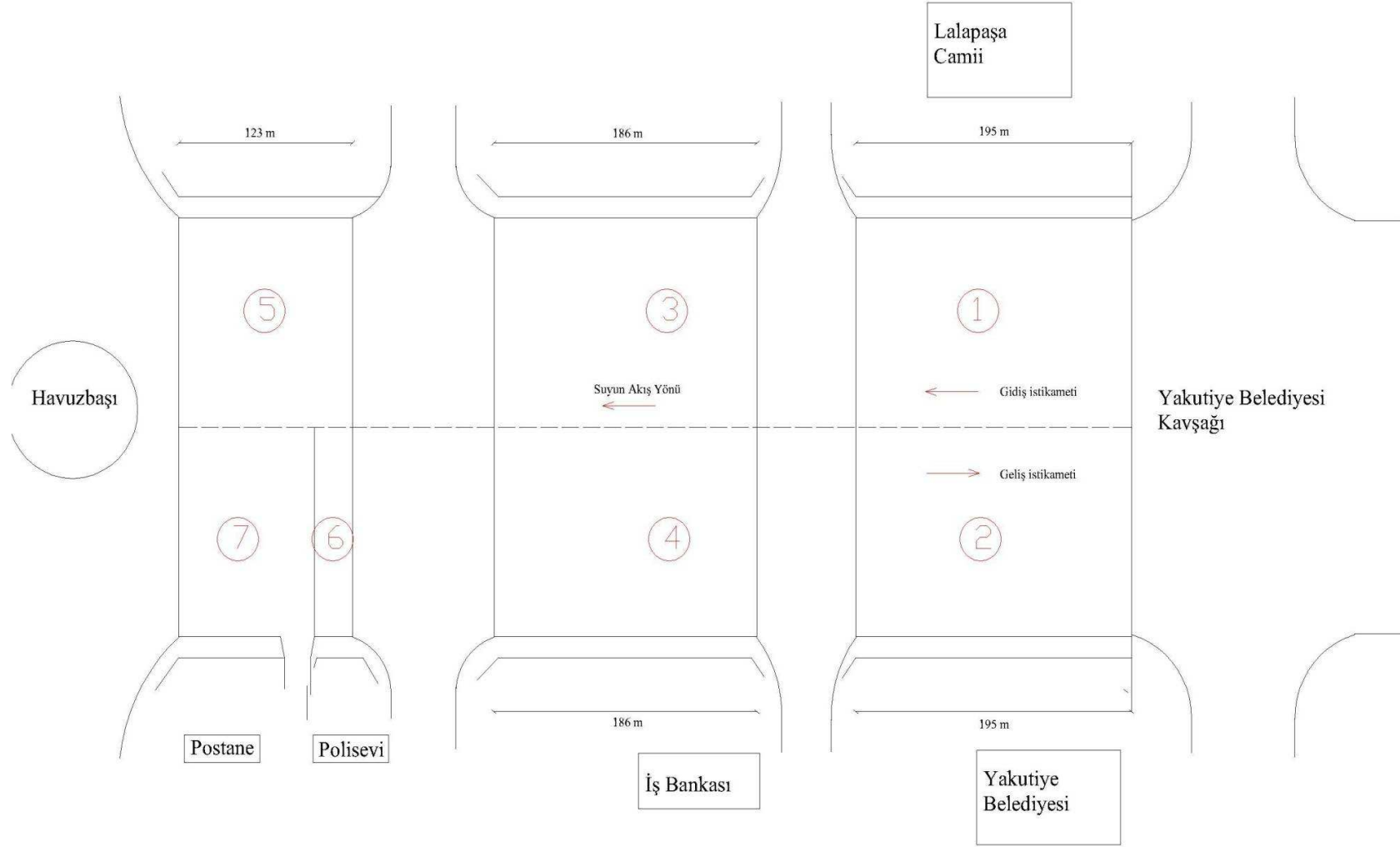
$Q_{b2}=0,00175.(1/m.n).s^{1/2}.h^{8/3}$ (lt/sn)

$Q_{b2}=0,00175.(1/0,02.0,015).(0,03)^{1/2}.(4)^{8/3}$

$Q_{b2}=41$ lt/sn (Bordür oluğu kapasitesi)

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$Q_{b1}=(1/3600).C.I.A$



Şekil 3.9. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arası yolun genel görünümü

$$C=0,90 \text{ (Çizelge 3.1)}$$

$$T_e=10 \text{ dk (Çizelge 3.4)}$$

$$\text{Frekans}=25 \text{ yıl (Çizelge 3.5)}$$

$$I= 110 \text{ mm/saat (Şekil 3.6)}$$

$$A=(B/2+k).L \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A=(15/2+4).L$$

$$A=11,5.L$$

$$Q_b=(1/3600).0,90.110.11,5.L$$

$$Q_{b1}=0,32.(L) \text{ lt/sn}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1}=Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek}$$

$$0,32.L=41$$

$$L=128 \text{ m}$$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=23 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_{b1}=0,32.L \text{ lt/sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$23=0,32.L$$

$$L=72 \text{ m}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3}=17 \text{ lt/sn (Şekil 3.7)}$$

$$Q_b=0,32.L \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$Q_{b3}=Q_{b1}$$

$$17=0,32.L$$

$$L=53 \text{ m}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b=0,32.195=63 \text{ lt / sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 72 m'de bir 60x40'lık 2 adet ızgara yerleştirilmelidir. Herbir ızgara 23 lt/sn debi aldığına göre 2 adet ızgara $2.23 = 46 \text{ lt/sn}$ debide su alır. 195 m'lik yola gelen toplam debi (Q_b) 63 lt/sn'dir. Kalan taşınması gereken su debisi $63-46=17 \text{ lt/sn}$ 'dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt/sn'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'lık ızgaralı yağmursuyu girişi yerleştirilmelidir.

3.7.2. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş-geliş 3 ve 4 numaralı yollar

Bordür oluğu kapasite hesabı;

$$\text{Yol uzunluğu}=186 \text{ m}$$

$$B=15 \text{ m}$$

$$k=4 \text{ m}$$

$$Q_{b2}=41 \text{ lt/sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1}=0,32.L \text{ lt / sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

L=128 m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

L=72 m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

L=53 m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$Q_b=0,32.186=60 \text{ lt / sn}$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 72 m'de bir 60x40'lık 2 adet ızgara yerleştirilmelidir. Herbir ızgara 23 lt/sn debi aldığına göre 2 adet ızgara $2.23=46 \text{ lt/sn}$ debide su alır. 186 m'lik yola gelen toplam debi (Q_b) 60 lt/sn'dir. Kalan taşınması gereken su debisi $60-46=14 \text{ lt/sn}$ 'dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt/sn'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'lık ızgaralı yağmursuyu girişi yerleştirilmelidir.

3.7.3. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş 5 numaralı yol

Bordür oluğu kapasite hesabı;

Yol uzunluğu=123 m

B=15 m

$$k=4 \text{ m}$$

$$Q_b=41 \text{ lt/sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_b=0,32.L \text{ lt / sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$L=128 \text{ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$L=72 \text{ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$L=53 \text{ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b=0,32.123=40 \text{ lt /sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 72 m sonra 60x40'lık 1 adet ızgara yerleştirilmelidir. Izgara 23 lt/sn debide su alır. 123 m'lik yola gelen toplam debi (Q_b)

40 lt/sn'dir. Kalan taşınması gereken su debisi $40 - 23 = 17$ lt/sn'dir. 40x40' lık ızgaralar 17 lt/sn'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'luk ızgaralı yağmursuyu girişi yerleştirilmelidir.

3.7.4. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti geliş 6 numaralı yol

Bordür oluğu kapasite hesabı;

Yol uzunluğu=27 m

B=15 m

k=4 m

$Q_{b2}=41$ lt/sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$Q_{b1}=0,32.L$ lt / sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$L=128$ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$L=72$ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$L=53$ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b = 0,32.26 = 9 \text{ lt / sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 26 m sonra 40x40'lık 1 adet ızgara yerleştirilmelidir. Burada yol mesafesi kısa olduğundan dolayı toplam yola gelen debi(9 lt/sn) yerleştirilen ızgara debisinden düşük olmuştur.

3.7.5. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı istikameti gidiş 7 numaralı yol

Bordür oluğu kapasite hesabı;

Yol uzunluğu= 2 m

B=15 m

$$Q_b = 41 \text{ lt/sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1} = 0,32.L \text{ lt / sn (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$L = 128 \text{ m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)}$$

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

L=72 m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

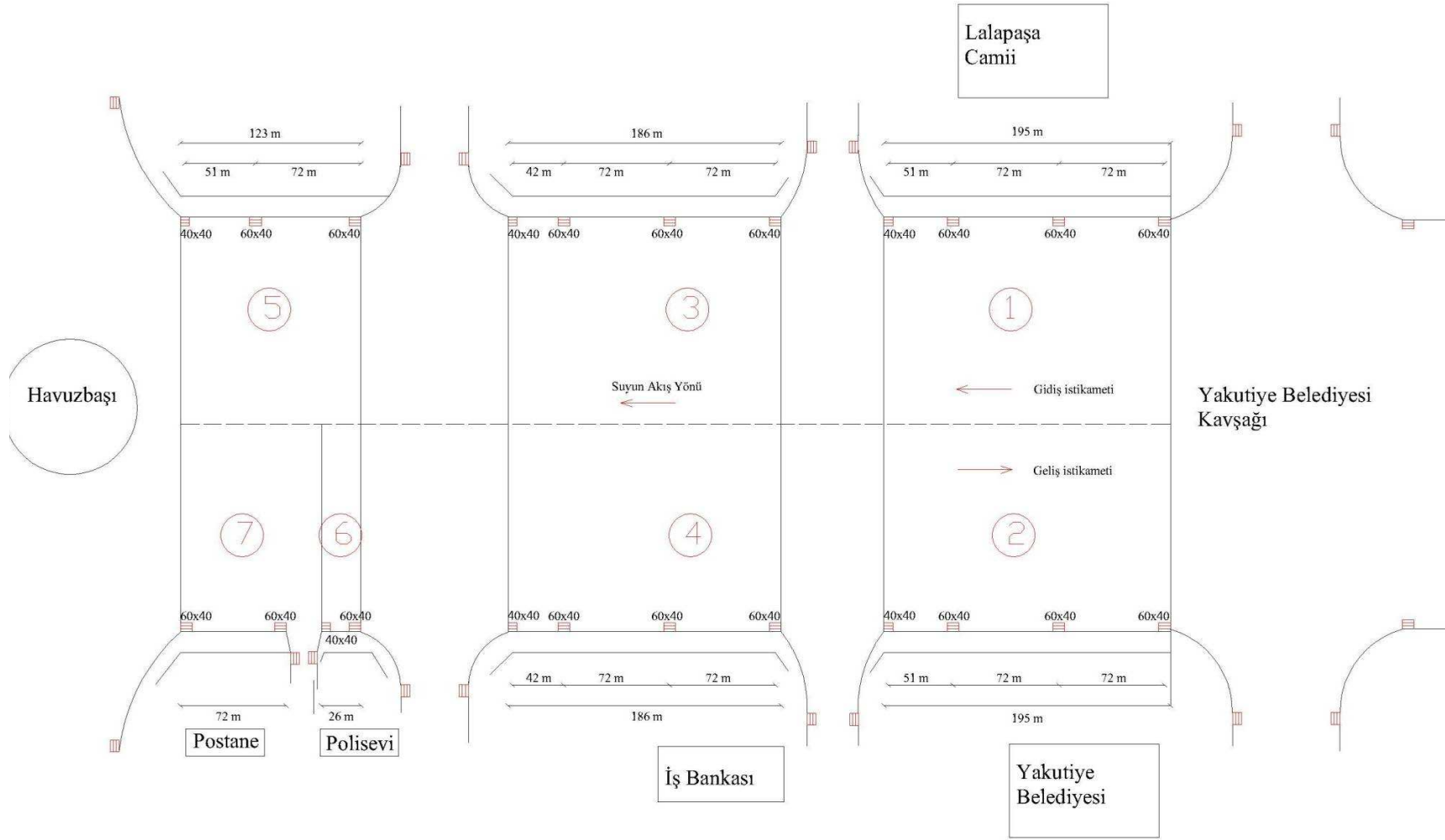
L=53 m (1 ve 2 numaralı yol ile aynı)

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$Q_b=0,32.72=23 \text{ lt / sn}$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu noktadan itibaren 72 m sonra 60x40'lık 1 adet ızgara yerleştirilmelidir.



Şekil 3.10. Yakutiye belediyesi-Havuzbaşı arası yola yerleştirilen ızgaralı yağmursuyu girişleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Seçilen Yollarda Yapılan Çalışma Bulguları ve Tartışma

Seçilen yolların yüzeysel drenaj açısından yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Yüzeysel drenajın yetersiz olmasından dolayı yağmurlu günlerde yolun bazı kesimlerinde su birikintileri meydana gelmektedir. Su birikintileri, trafik açısından elverişsiz durum oluşturmakta ve yola zarar vermektedir.

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere Üniversite-Havuzbaşı arası yolda, ortalama 2 m’ye kadar izin verilen yayılma genişliğinin, bordürden itibaren yolun orta şeridine doğru yaklaşık 3 m yayıldığı görülmektedir. Yayılmanın fazla olması ve suyun hızlı bir şekilde tahliye edilememesi trafik kazalarına ve yolda bozulmalara sebebiyet verebilmektedir.



Şekil 4.1. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda suyun fazla yayılması

Şekil 4.2’de yoldan uzaklaştırılamayan sulardan dolayı oluşan bozukluklar görülmektedir. Su ideal bir drenaj sistemi ile yoldan uzaklaştırılamadığından dolayı hemen hemen her yıl yolların bakımı yapılmakta ve hatta yollar tamamıyla yenilenmektedir.



Şekil 4.2. Suyun yoldan uzaklaştırılamaması sonucunda oluşan bozukluklar

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere Üniversite–Havuzbaşı arası yolda;

- Izgara çubukları bordüre dik olarak yerleştirilen ızgaralı yağmursuyu girişi kullanılmıştır. Bu şekilde yerleştirilen ızgaralar kısa sürede tıkanmaya maruz kalır. Bu nedenle, tıkanma problemi daha az olan ızgaraları bordüre paralel olarak yerleştirilmiş ızgaralar kullanılması daha uygun olabilir.

- Izgaralar yolun üst yüzeyi ile aynı seviyede yerleştirilmediğinden, yolda daralma meydana gelmektedir. Ayrıca, diğer yoldan gelen sular seçilmiş olan yolda suyun göllenmesine neden olmaktadır. Bunun sebebi ise, diğer yolun mansabına yağmursuyu girişinin bırakılmaması ve drenajın yetersiz olmasıdır.



Şekil 4.3. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda bordüre dik olarak yerleştirilmiş ızgara

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere, Üniversite-Havuzbaşı arası yola yerleştirilmiş olan ızgaralı yağmursuyu girişi yolun içine doğru ve yol yüzeyinden aşağıda yerleştirilmiştir. Yağmursuyu giriş yerleri bordüre bitişik olarak ve yol yüzeyi ile aynı seviyede yerleştirilmeli, aksi takdirde trafik açısından elverişsiz durumlara sebebiyet vermektedir.



Şekil 4.4. Üniversite-Havuzbaşı arası yolda ızgaranın yoldan içeri doğru yerleştirilmesi

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere döküntü ve sürüntü maddeleriyle tıkanmış olan ızgaralı giriş temizlenmediğinden gelen sular drenaj sistemine aktarılamamaktadır. Yine Şekil 4.6’da görüldüğü gibi yeni yerleştirilen ızgaralı giriş bordüre paralel değil ve tıkanma olasılığı çok yüksek olan bir ızgara tipidir.



Şekil 4.5. Mevcut yolda sürüntü ve döküntü maddeleriyle tıkanma



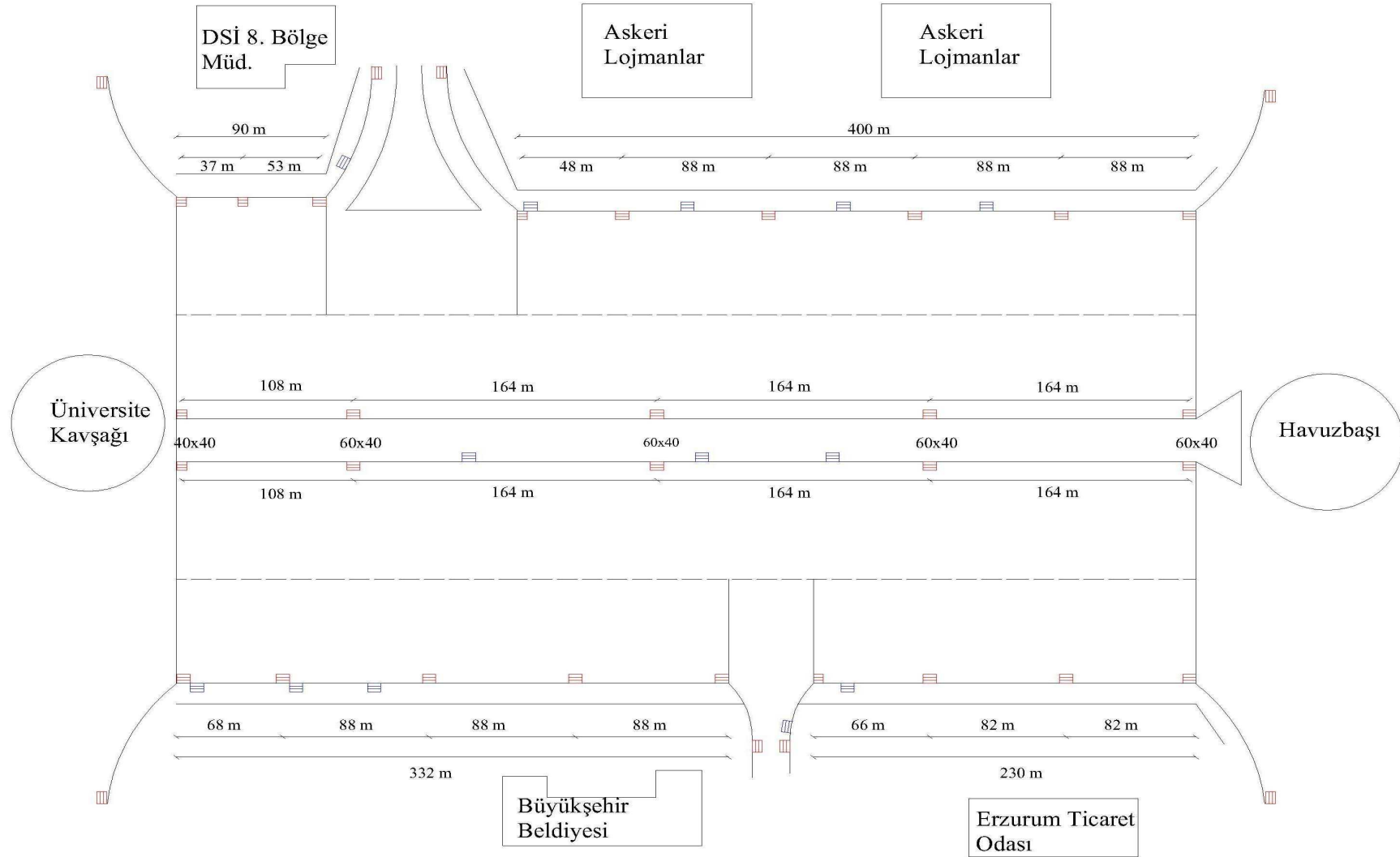
Şekil 4.6. Mevcut yollara yeni yerleştirilen ızgara

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere Üniversite-Havuzbaşı arası yolda;

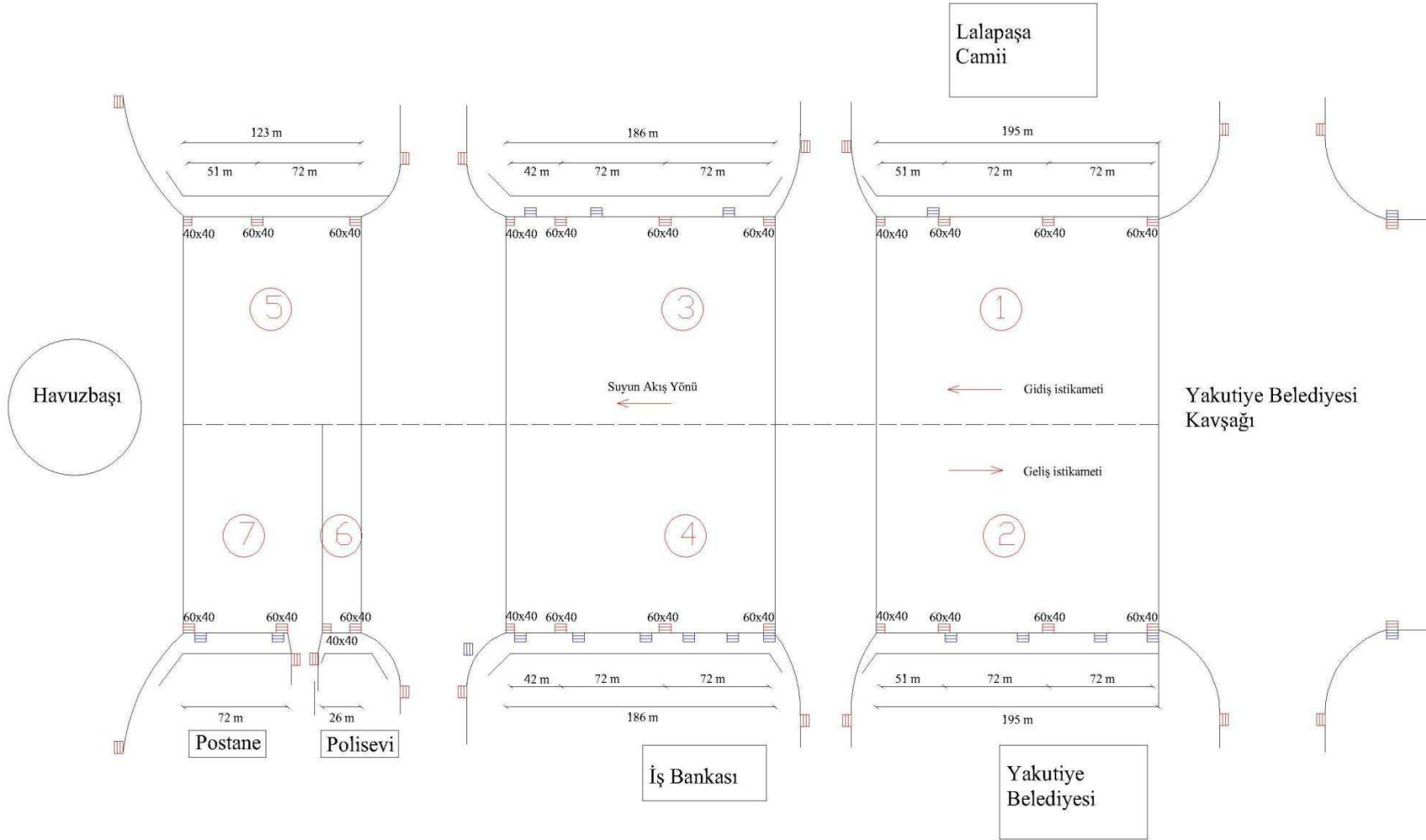
Mevcut olan ızgaralar mavi renk ile, yapılan hesaplara göre bulunan ve olması gereken ızgaralar kırmızı renkle gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi belirli bir düzende ızgaralar yerleştirilmemiş ve kavşaklar kendi içlerinde değerlendirilmemiştir. Kavşakların memba ve mansaplarında bulunması gereken yağmursuyu girişleri konulmamıştır. Seçilen yola bağlanan yolların mansap kısmına yerleştirilmesi gereken yağmursuyu girişleri kısmi olarak konulmuştur. Dolayısıyla bu yollardan gelen sular kendi içerisinde çözülmediğinden Üniversite-Havuzbaşı arasındaki yola fazladan suyun gelmesine sebep olmaktadır.

Şekil 4.8’de görüldüğü üzere Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arasındaki yolda;

Mevcut olan ızgaralar mavi renk ile hesaplar sonucunda bulunan ve olması gereken ızgaralar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Yine bu yolda da kavşak bazında değerlendirme yapılmamış ve diğer yolların mansap kısmına yağmursuyu girişi yerleştirilmemiştir. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı yolunun geliş istikametinde yağmursuyu ızgaraları çok miktarda yerleştirilmiş fakat kavşak bazında değerlendirme yapılmamıştır. Yakutiye Belediyesinin ön tarafında bulunan dörtlü kavşakta da ızgaraların yetersiz olduğu görülmüştür.



Şekil 4.7. Üniversite-Havuzbaşı arasında ızgaralı yağmursuyu girişlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.8. Yakutiye belediyesi-Havuzbaşı arasında ızgaralı yağmursuyu girişlerinin karşılaştırılması

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yol yapım aşamasından hizmet ömrünü tamamlayana kadar suyun zararlı etkilerine maruz kalır. Bu zararlı etkileri azaltarak yolun hizmet ömrünü uzatmak, trafiğin güvenli sınırlar içerisinde kalmasını sağlamak ve bakım maliyetlerini azaltmak için etkili bir drenaj sistemi yapılmalıdır.

Erzurum İli kentiçi merkezindeki Üniversite-Havuzbaşı ve Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arasındaki yollarda, tip ızgara kesitlerine göre ızgaralı yağmursuyu girişlerinin ara mesafeleri hesaplanarak yolun mevcut haline göre yerleştirilmiştir. Mevcut yollarda bulunan ızgaralı yağmursuyu girişleri ile karşılaştırma ve gözlemlene yapılarak, seçilmiş yolların yağmursuyu girişlerinin yetersiz olduğu kanaatine varılmıştır.

Örnek olarak alınan yolların geneli itibariyle, yolun memba ve mansabına yağmursuyu girişleri konulmamıştır. Bu nedenle yaya geçitlerinin olduğu bu kısımlarda suyun yayılma genişliği fazla olacağından yayaların karşıdan karşıya geçişi zorlaşacaktır. Yağmursuyu girişleri yerleştirilirken tali yollar kendi içerisinde değerlendirilmemiştir. Bu nedenle, ana yollara gelen su miktarı artabilmektedir.

Mevcut yollara yerleştirilen ızgaraların bazıları bordüre bitişik olarak yerleştirilmemiştir. Bu da suyun yola fazla yayılmasına, ızgaranın su alma kapasitesinin azalmasına ve yolun daralmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, taşıtlar yolun orta kısımlarına doğru yöneleceklerinden trafik güvenliği azalacak ve yolun kapasitesi düşecektir.

Mevcut yolların yağmursuyu giriş yerlerinin yetersiz olmasından ve hatalı yerleştirilmesinden dolayı su yol yüzeyine yayılarak, araç tekeri ile yol yüzeyi arasında ince bir film tabakası oluşturur ve bu da sürtünmeyi azaltacağından trafik güvenliği açısından olumsuzluklar doğurur.

Sonuç olarak kentiçi yollarda, etkili bir drenaj sistemi mevcut olmadığından bakım maliyetleri artmakta ve yollar kısa bir süre içerisinde yenilenmek zorunda kalmaktadır. Drenaj hesabı yapılarak yağmursuyu giriş yerleri mutlaka konulmalıdır.

Yağmursuyu drenaj girişlerinin hesabında ve yerleştirilmesinde kısaca şu öneriler sıralanabilir.

1. Tali yollar kendi içinde değerlendirilmeli ve ana yola su gelmesini engellemek için yağmursuyu giriş yerleri yapılmalıdır.
2. Ülkemizde en çok ızgaralı yağmursuyu giriş yerleri tercih edilmektedir. Bu giriş yerleri bordüre paralel yerleştirilmelidir. Böylece, tıkanma problemi azalacak ve su alma miktarı artacaktır.
3. Yağmursuyu giriş yerleri mutlaka hesaplar sonucunda bulunan değerlere göre yerleştirilmelidir.
4. Yağmursuyu giriş yerleri hesapları kavşaklara göre yapılmalıdır.
5. Çukur yerlerdeki girişler kısa bir sürede tıkanabilirler. Bu nedenle, çukur yerlerde bırakılan girişlerin kapasiteleri hesaplanırken, bordür girişlerinde %10, birleşik girişlerde %20 ve cadde arklarında bırakılan girişler için %30 daha az olacağı düşünülerek hesap yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Almedeij, J. Alsulaili A. and Alhomoud J., 2006. Assessment of grate sag inlets in a residential area based on return period and clogging factor. *Journal of Environmental Management*, 79, 38-42.
- Anonim, 1976. Türkiye'nin Yağış-Şiddet-Süre-Tekerrür eğrileri. DMI, Ankara
- Anonim, 2005. Karayolu Tasarım El Kitabı. KGM, Ankara
- Anonymus, 2002. Storm Sewer Design. Haested Methods Inc., Waterbury CT.
- Avcuoğlu, M. B., 2008. Meskun Bölge Yollarında Yağmursuyu Drenajı. Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brown, S. A., Stein S. M. and Warner J. C., 2001. Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22, Second Edition. Washington, D. C.
- Çağlarer, B., 1972. Karayollarında Drenaj İşleri. Bayındırlık Bakanlığı Yayını, 172s, Ankara.
- Gomez, M. and Russo B., 2005. Comparative study among different methodologies to determine storm sewer inlet efficiency from test data. <http://www.flumen.upc.edu/admin/files/64.pdf> (03.07.2009).
- Gökdağ, M., 1991. Yol üst yapısının drenajı. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler, 47 (9),29-30.
- Guo, J. C. Y., 2000. Design of grate inlets with a clogging factor. *Advances in Environmental Research*, 4, 181-186.
- Li, W. H. Goodell B. C. and Geyer J. C., Hydraulic Behavior of Storm-Water Inlets IV. Flow into Depressed Combination Inlets. *Water Environment Federation*, 26 (8), 967-975.
- Mays, L. W., 2004. Urban Stormwater Management Tools. <http://books.google.com/books?id=W3OPFHUqhj8C&pg=PT152&dq=Design+and+Construction+of+Urban+Stormwater+Management+Systems&hl=tr#PPT142,M1> (16.06.2009).
- McEnroe, B. M. Wade R. P. And Smith A. K., 1999. Hydraulic Performance of Curb and Gutter Inlets. Department of Civil and Environmental Engineering University of Kansas, Kansas.
- Muslu, Y., 1993. Hidroloji ve Meskun Bölge Drenajı. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 703s, İstanbul.
- Perks, A. R. and Hewitt R. G., 2004. Curb Inlets can improve service and reduce cost. <http://www.esemag.com/0604/curb.html> (10.06.2009).
- Schmitt, T. G. Thomas M. and Ettrich N., 2004. Analysis and Modeling of flooding in urban drainage systems. *Science Direct*, 299, 300-311.
- Smith, M. B., 2006. Comment on Analysis and Modeling of flooding in urban drainage systems. *Science Direct*, 317, 355-363.
- Şahin, H. I., 2006. İzgara Tipi Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Meskun Bölge Drenajı Kapsamında İncelenmesi. Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tezel, G., 2005. Meskun Bölge Yollarındaki Yağmursuyu Drenaj Sistemlerinin Hidroliği ve Tasarımı, Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Tunç, A., 2002. Yol Mühendisliğinde Geoteknik ve Uygulamaları. Atlas Yayın Dağıtım, 912, İstanbul.
- Tunç, A., 2004. Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları. ASİL Yayın Dağıtım, 549, Ankara.
- Uyumaz, A., 1991. Yağmursuyu Drenajı. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- Uyumaz, A., 1994. Highway Storm Drainage with Kerb-Opening Inlets. Science of The Total Environment, 146, 471-478.
- Woo, D. C. and Jones J. S., 1974. Hydraulic Charecteristics of Two Bicycle-safe Grate Inlet Designs. U.s Departmant of Transportation Federal Highway Administration, Washington, D. C.
- Yayla, N., 2004. Karayolu Mühendisliği. Birsen Yayınevi, 285, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Volkan GEZDER 1980’de Erzurum’da doğdu. 1991 yılında Erzurum İsmet Paşa İlköğretim Okulundan, 1994 yılında Erzurum Şair Nefi Orta Okulundan ve 1997 yılında Erzurum Lisesinden mezun oldu. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun olduktan sonra DSİ 8. Bölge Müdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak göreve başladı. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Halen İnşaat Mühendisliği görevini DSİ 8. Bölge Müdürlüğünde sürdürmektedir.