

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MESKUN BÖLGELERDE YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN
İNCELENMESİ: İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veysel Onur İÇKALE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

ARALIK 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MESKUN BÖLGELERDE YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN
İNCELENMESİ: İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Veysel Onur İÇKALE
501121520**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali UYUMAZ

ARALIK 2016

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121520 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Veysel Onur İÇKALE, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MESKUN BÖLGELERDE YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN İNCELENMESİ: İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Ali UYUMAZ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Dilek Eren AKYÜZ**

İstanbul Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Necati Erdem ÜNAL

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **25 Kasım 2016**

Savunma Tarihi : **27 Aralık 2016**





Aileme,



ÖNSÖZ

Danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ali UYUMAZ'ın uzmanlık gerektiren bilgi ve deneyimlerinin faydaları neticesinde yapmış olduğum bu çalışmayı, başta danışman hocam olmak üzere lisansüstü eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma, tez aşamasındaki desteğinden dolayı İTÜ Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'ndan Firdevs Yomralıoğlu'na, tüm süreç boyu desteklerinden dolayı arkadaşım Nihat Batmaz'a en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca her alanda maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2016

Veysel Onur İÇKALE
İnşaat Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. MESKUN BÖLGELERDE YAĞMURSUYU DRENAJI	3
2.1 Meskun Bölge Drenajı	3
2.2 Meskun Bölge Yollarında Yağmursuyu Drenajı.....	3
2.3 Yağmursuyu Giriş Yerleri	4
2.3.1 Bordür taşında bırakılan giriş yerleri	6
2.3.1.1 Bordür taşında bırakılan düz giriş yerleri.....	7
2.3.1.2 Bordür taşında bırakılan çukurlaştırılmış giriş yerleri	8
2.3.1.3 Bordür taşında bırakılan saptırıcılı giriş yerleri	8
2.3.2 Cadde arkına konan ızgaralı giriş yerleri	9
2.3.3 Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik girişler (kombine girişler)	10
2.3.4 Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişler	10
3. YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN PROJELENDİRİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN TERTİP VE ESASLAR.....	13
3.1 Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Yerleştirilmesi	14
4. YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN HİDROLİĞİ.....	19
4.1 Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı	19
4.1.1 Yağmursuyu debisi hesabı	21
4.1.2 Üniform enkesitli arklarda akış.....	23
4.1.3 Kompozit enkesitli arklarda akış.....	24
4.1.4 V - enkesitli arklarda akış	26
4.1.5 Dairesel enkesitli arklarda akış	26
4.2 Bordür Taşında Bırakılan Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı	27
4.2.1 Çukur yerlerde bırakılan bordür taşında bırakılan yağmursuyu giriş yerlerinin hidrolik hesabı	28
4.3 Cadde Arkında Bırakılan Izgaralı Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı.....	29
4.3.1 Sürekli eğimli yerlerde cadde arkında bırakılan ızgaralı yağmursuyu giriş yerlerinin hidrolik hesabı	29
4.3.2 Çukur yerlerde cadde arkında bırakılan ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı.....	33
4.4 Ark ve Bordür Girişlerinin Birlikte Çalıştığı Birleşik Yağmursuyu Girişlerinin(Kombine Girişler) Hidrolik Hesabı	33
4.4.1 Sürekli eğimli yerlerde kombine yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı	33
4.4.2 Çukur yerlerde kombine yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı	34
4.5 Cadde Boyunca Yerleştirilmiş Izgaralı Yağmursuyu Girişlerinin Hidrolik Hesabı.....	34

4.5.1 Eğimli yerlerde cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı	34
4.5.2 Çukur yerlerde cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı	35
4.6 Yağmursuyu Giriş Yerleri İçin Tıkanma Faktörü	36
5. İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİNDE YAĞMURSUYU GİRİŞ YERLERİNİN İNCELENMESİ.....	39
5.1 Kuzey Yolu ile Kültür Merkezi Yolunu Bağlayan Yol:.....	40
5.2 Kültür Merkezi Yolu:	43
5.3 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad.:	44
5.4 Spor Yolu:	47
5.5 Kuzey Yolu:.....	51
5.6 Ağaçlı Yol:	58
5.7 Park Yolu:.....	59
5.8 Ağaçlı Yol ile Park Yolunu Bağlayan Yollar.....	62
5.9 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park Yolunu Bağlayan Yol	65
5.10 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Gölet Yolunu Bağlayan Yol.....	67
5.11 Gölet Yolu	69
5.12 Etiler Yolu	76
5.13 Doğu Yolu	78
5.14 Teknokent Yolu	84
5.15 Lojman Yolu.....	86
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	93
EKLER.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	115

SEMBOLLER

A	: Islak Alan (m^2)
A_g	: Izgaralı girişin temiz açıklık alanı (m^2)
C	: Çok üniteli yağmur suyu giriş yerleri için tıkanma faktörü
C₀	: Tek üniteli yağmur suyu giriş yerleri için tıkanma faktörü
C_w	: Savak sabiti, sabit değer 1.66
Ç	: Islak çevre (m)
D	: Dairesel kesitli arkta dairenin çapı (m)
d₀	: Etkili bordür girişi önünde su derinliği (m)
e	: Eksilme oranı, tek üniteli ızgaralı giriş yeri için 0, 5, bordür girişli giriş yeri için 0,25
E	: Verim
E₀	: Cephe akımının toplam akıma oranı
g	: Yerçekimi ivmesi: $9.81 (m/s^2)$
h	: Bordür girişi yüksekliği (m)
I	: Ortalama yağış verimi [mm/saat]
K	: Tıkanma katsayısı
K_v	: Izgaralı giriş azaltma faktörü katsayısı değeri 0,295
K_g	: Sabit değer 0,376
K_s	: Deneye dayalı sabit; 0,0828
K_u	: Ampirik katsayı; 6,92
L	: Akışın aldığı yol uzunluğu [m]
L_g	: Izgara uzunluğu (m)
L_s	: Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri uzunluğu (m)
L_t	: Gerekli bordür girişi uzunluğu (m)
N	: Giriş yeri birim sayısı (Bordür girişleri için bordür giriş uzunluğu L'nin beşte biri alınacak.
n	: Manning pürüzlülük katsayısı
P_g	: Izgaralı girişin etkililik katsayısı (m)
P_{wg}	: Uygulanabilir ızgaralı giriş savak uzunluğu
Q	: Manning formülünde toplam debi (m^3/s)
Q_{gw}	: Savak davranışında ızgaralı girişin debi kapasitesi (m^3/s)
Q_{gor}	: Orifis davranışında ızgaralı girişin debi kapasitesi (m^3/s)
Q_{iw}	: Savak davranışında bordür girişinin debi kapasitesi (m^3/s)
Q_{or}	: Orifis davranışında bordür girişinin debi kapasitesi (m^3/s)
Q_s	: Yol tarafındaki debi (m^3/s)
Q_{sor}	: Orifis davranışında cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş. debi kapasitesi (m^3/s)
Q_{se}	: Savak davranışında cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş debi kapasitesi (m^3/s)
Q_w	: Arktaki debi (m^3/s)
Q_{wc}	: Izgaralı giriş tarafından tutulan yan akış (m^3/s)
R	: Hidrolik Yarıçap (m)

R_f	: Cephe akısı oranı
R_s	: Yan akış oranı
S	: Boyuna eğim [m/m]
S_L	: Arkın boyuna eğimi (m/m)
S_x	: Yolun enine eğimi (m/m)
S_w	: Arkın enine eğimi (m/m)
T	: Suyun yayılma miktarı (m)
T_e	: Suların toplanma süresi (dk)
T_s	: Suyun yol tarafında yayılma miktarı (m)
V	: Suyun akış hızı (m/s)
V_o	: Su sıçramasında hız (m/s)
y	: Bordür yüzündeki su derinliği (m)
w	: Ark Genişliği (m)
W_g	: Izgaralı giriş genişliği (m)



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1: Yol Sınıfı ve Proje Hızına Göre Su Yayılma Değerleri ve Minimum Tasarım Frekansı	15
Çizelge 2: Manning Pürüzlülük Katsayısı Değerleri	19
Çizelge 3: Kaplama cinsine göre akış katsayıları	21
Çizelge 4: Suların toplanma süresi (dk).....	22
Çizelge 5: Minimum Tasarım Frekansı	23
Çizelge 6: Tıkanma katsayısı K tablosu	37
Çizelge 7: Sarıyer Meteoroloji İstasyonu Yağış-Şiddet-Süre Tekerrür Eğrileri	41



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: Yağmursuyu Drenaj Giriş Yerleri	5
Şekil 2: Bordür taşında bırakılan yağmur suyu giriş yerleri su alma ağzlarının kesitleri	7
Şekil 3: Bordür taşında bırakılan düz giriş	7
Şekil 4: Bordür taşında bırakılan çukurlaştırılmış giriş yerleri	8
Şekil 5: Bordür taşında bırakılan saptırıcılı giriş yerleri	8
Şekil 6: Cadde arkına konan ızgaralı giriş yeri.....	9
Şekil 7: Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik giriş (Kombine giriş) ...	10
Şekil 8: Cadde Boyunca Yerleştirilmiş Izgaralı Giriş	11
Şekil 9: Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişlerin altında yer alan yağmursuyunu kanala ileten boru	11
Şekil 10: Caddeye yerleştirilen her kavşakta dört adet yağmursuyu girişi olan ideal yerleştirme.....	16
Şekil 11: Ekonomik durumun elverişli olmadığı yerlerde, daha ucuz olan her kavşakta iki adet yağmur suyu girişi konulması	17
Şekil 12: Önemsiz yerlerde, yağmursuyu girişlerinin birkaç blok arayla yerleştirilmesi.....	17
Şekil 13: Üniform enkesitli ark.....	20
Şekil 14: Kompozit enkesitli ark	20
Şekil 15: V-enkesitli ark	20
Şekil 16: Dairesel enkesitli ark.....	20
Şekil 17: Dairesel kesitte su genişliği gösterimi.....	26
Şekil 18: Çukurlaştırılmış bordür girişi kesiti	28
Şekil 19: Ağ örgülü ızgara girişi	29
Şekil 20: 45° eğilmiş çubuklardan oluşan ızgara girişi.....	30
Şekil 21: Merkezden merkeze 48 mm mesafeli 13 çubuktan oluşan ızgaralı giriş ...	30
Şekil 22: Merkezden merkeze 29 mm aralıklı paralel çubuklu ızgara girişi[13]	31
Şekil 23: Federal Highway Administration'ın standart ızgara çeşitleri için R_f ve V_0 değerlerini bulmaya yarayan grafik	32
Şekil 24: Cadde boyunca yerleştirilen ızgaralı giriş	35
Şekil 25: Belli bölgeleri tıkanmış ızgaralı giriş yeri.....	36
Şekil 26: Kuzey yolu ile Kültür Merkezi yolunu bağlayan yol	40
Şekil 27: Kültür Merkezi Yolu	43
Şekil 28: Ord. Bedri Karafakioğlu Cad. Doğu Yoluna bağlanan kısmı	45
Şekil 29: Ord. Bedri Karafakioğlu Cad. İnşaat Fakültesi tarafı kısmı.....	46
Şekil 30: Spor Yolu	47
Şekil 31: Kuzey yolu sol kısım.....	51
Şekil 32: Kuzey Yolu orta kısım	53
Şekil 33: Kuzey yolu sağ kısım	56
Şekil 34: Ağaçlı yol	58

Şekil 35: Park Yolu.....	60
Şekil 36: Ağaçlı yol ile Park yolunu bağlayan yollar	63
Şekil 37: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park yolunu bağlayan yol.....	66
Şekil 38: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Gölet yolunu bağlayan yol	67
Şekil 39: Teknokent yolu.....	84



MESKUN BÖLGELERDE YAĞMURSUYU GİRİŞ YERLERİNİN İNCELENMESİ: İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ

ÖZET

Bu çalışmada genel olarak Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde insanların yaşam yeri olarak seçtiği yerleşim alanları olan meskun bölgelerde kullanılan yağışlardan sonra meydana gelen fazla suları uzaklaştırmaya yarayan yağmursuyu giriş yerleri hakkında bilgi verilmiştir. Gelişmiş ülkelerde yaşam alanları, o bölgede yaşayan insanların hayatlarını rahatlıkla devam ettirebilmeleri için bir çok olumsuz dış etki engellenecek veya etkisi en aza düşürülecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yaşam alanları olan meskun alanlarda, yağışların neden olduğu suların insan yaşamını olumsuz etkilememesi için yağmursuyu drenaj sistemleri kurulmuştur. Yağmursuyu giriş yerleri, yağmursuyu drenaj sisteminin bir parçasıdır. Yağmursuyu drenajı, yağış sonrası akışa geçen suların yollardaki trafik tıkanmalarını, yolların hasar görmesini, erozyon ve heyelanları, araçların ve konutların taşkınlardan zarar görmesini vb. engeller.

Yollarda etkili drenaj için yol hizmet seviyesinin bakımı, yolun korunması ve trafik güvenliğinin sağlanması için gereklidir. Yoldaki su, trafikte kesintiye neden olabilir, kayma direncini düşürebilir, ıslak zeminde hareket kabiliyetini azaltabilir, sıçrama ve püskürtme yüzünden görünürlüğü sınırlayabilir ve ön tekerlek havuzlarına girdiğinde bir aracın yönlendirilmesinde zorluğa neden olabilir.

Meskun bölgelerdeki yağmursuyu drenajının önemi anlatılarak, bordür taşında bırakılan giriş yerleri, cadde arkında bırakılan ızgaralı giriş yerleri, ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı giriş yerleri (Kombine girişler) ve cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişler olmak üzere dört ana tipe sahip olan yağmursuyu giriş yerlerinin ekonomik, yapısal ve hidrolik açıdan sağlaması gereken özelliklerden, fiziksel özelliklerinden, sahip oldukları avantaj ve dezavantajlardan, yayalar ve araçlar için sağladığı özelliklerden, ark üzerindeki konumlarından ve verimliliklerinden bahsedilmiştir.

Yollarda yağmur suyu drenajı, yüzey drenajının, ark akışının ve yağmursuyu giriş yeri kapasitelerinin önemini gerektirir. Bu elemanların tasarımı yağmur frekansına ve yağmur suyunun yol yüzeyinde izin verilen yayılmasına bağlıdır. FHWA(ABD Federal Otoyol Müdürlüğü) tarafından önerilen minimum tasarım frekanslarını ve otoyol türüne ve trafik hızına dayalı olarak arktaki suyun yayılma miktarları belirtilmiştir.

Yağmursuyu giriş yerlerinin projelendirilmesinde dikkat edilmesi gereken kıstaslar, trafiğin bordüre yakın olduğu durum, trafiğin bordüre yakın olmadığı durum ve caddenin eğim durumları gözönüne alınarak bilgi verilmiştir. Ayrıca yağmursuyu giriş yerlerinin caddelere ve kavşaklara yerleştirilmesi ekonomik, ideallik ve önemliliğine göre incelenmiştir. Ayrıca araç, yaya ve bisiklet güvenliği ve yağmursuyu giri yerlerindeki tıkanmalar projelendirmede gözönüne alınmıştır.

Yol yüzeyine düşen yağmur sularının debisi, şiddete bağlı bir yağış tahmin yöntemi olan rasyonel metod hakkında bilgiler verilmiştir.

FHWA'nın (ABD Federal Otoyol Müdürlüğü) minimum tasarım frekansı ile Karayolları Tasarım El Kitabı'nda yer alan minimum tasarım frekansı çizelgeleri karşılaştırıldığında FHWA'nın daha detaylı bir çizelgeye sahip olduğu görülmektedir.

Cadde arklarında yaygın olarak kullanılan dört tip enkesitli ark olan üniform enkesitli ark, kompozit enkesitli ark, V-enkesitli ark ve dairesel enkesitli arklarda akış incelenerek Manning formülü ile ark kapasiteleri formülize edilmiştir.

Bordür taşında bırakılan giriş yerleri, cadde arkında bırakılan ızgaralı giriş yerleri, ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı giriş yerleri (Kombine girişler) ve cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişler olmak üzere dört ana tip olan yağmur suyu giriş yerlerinin sürekli eğim ve çukur yerlere göre debi kapasitelerinin hesaplamaları hakkında bilgi verilmiştir. Bu hesaplamalardan cadde arkında bırakılan ızgaralı giriş yerlerinin debi kapasiteleri için Federal Highway Administration (Amerikan Birleşik Devletleri Karayolları Genel Müdürlüğü)'nün tip ızgaralarının deneysel verileri gösterilmiştir.

Yağmursuyu giriş yerleri tıkanma etkilerine maruz kalır . Tıkanma faktörü, caddedeki birikinti ve atık durumunun ne durumda olduğuyula ilgilidir . Yağmur olayı sırasında, yağmur suyu giriş yerleri genellikle ilk yıkama akışı hacmi tarafından

pislik yüklenir. Cadde drenajı için yaygın bir uygulama olarak, tek bir ızgaralı yağmursuyu giriş tasarımı için % 50 tıkanma düşünülür ve bordür girişindeki yağmur suyu giriş yerlerinde % 10 tıkanma düşünülür.

İstanbul Teknik Üniversitesi'nin Maslak'ta bulunan Ayazağa Yerleşkesinin kampüs içi yollarında bulunan yağmursuyu giriş yerlerinin yollardaki mevcut yerleşimi, suyun cadde üzerinde yayılma genişliği, uygun yerlere konulması vb. durumlar dikkate alınarak incelenmiş, inceleme sonucunda değiştirilmesi, yapılmasının gerekli görüldüğü öneriler sunulmuştur.





INVESTIGATION STORMWATER INLETS IN URBAN AREAS : EXAMPLE OF ITU AYAZAĞA CAMPUS

SUMMARY

In this study, information was given about inlets which are generally used in urbans and chosen by people to live in developed countries like United States in order to remove surplus water after rain. In developed countries, public living areas are designed in a way that negative effects on the life of community are either prevented or reduced. In order to inhibit the disturbing results of rainfall water on human life, stormwater drainage systems are installed at urban areas which is one of the mentioned public living areas. Inlets are parts of the stormwater drainage systems. Stormwater drainage is important for preventing damage to highways, traffic, erosion and landslide.

Effective drainage on the roads are important for road maintenance, conservation and traffic safety. Water on the road can cause traffic blockage, reduction in skid resistance, reduction in movement capability on wet floor, reduction in eyesight because of splash and harmful effects on driving ability.

By telling the importance of rainwater drainage in urbans, features that is needed economically, structurally and hydraulically, physical features, advantages and disadvantages, features provided for pedestrians and vehicles, their location information on gutters and produdictiveness of the four main types of inlets, namely curb-opening inlets, grate inlets, combination inlets and slotted inlets are mentioned.

Stormwater drainage on the road requires importance surface drainage, gutter runoff and inlet capacity. Design of these elements is dependent to rain frequency and permitted diffusion of rain water on the pavement. Minimum design frequencies and diffusion proportion according to highway type and traffic flow speed are suggested by FHWA (Federal Highway Administration).

There are criteria need to be considered when planning the rainwater inlet. These criteria are curbs close to the traffic, curbs that have distance to the traffic, and slope of the streets. Information is given due to these criteria. In addition, placed of the inlets on the streets and crossroads are examined by economically, suitability, and importance. Also, vehicle, pedestrian, bicycle safety and clogging of inlets are being considered while planning the project.

Flow rate of rainfall on the highway pavement, Information about the Rational Method which is a rainfall estimation method based on density is presented.

When minimum design frequencies are compared between FHWA and Turkish Federal Highway Administration; It is observed that FHWA has a more detailed table.

Gutter capacities are formulated by Manning Formula by using four types of gutters commonly used on street which are uniform section gutter, composite section gutter, circular gutter, and V-shape gutter.

Information has been provided on the capacity of discharges accordance with continuous slope and sag locations of four main types of inlets, namely curb-opening inlets, grate inlets, combination inlets, and slotted inlets. Experimental data of the Federal Highway Administration on tip ızgaraları are showed for grate inlet on street gutter.

Inlets are subject of clogging. Clogging factor depends on state of the debris and trash on the street. During the rainfall, inlets are usually loaded with debris by the first-flush runoff volume. As a popular application of street drainage; 50% clogging for the single grate inlet and %10 clogging for the inlets on the curb opening are considered for design.

Current placement of the inlets on inner roads of Ayazağa Campus located at Maslak in Istanbul Technical University are examined by considering spread of the water on the streets and putting inlets in the appropriate places. At the end of the review, things to change and suggestions are presented. Since there is not any research on capacity of grate inlets in Turkey so investigation of capacity calculation is not performed in example of Istanbul Technical University Ayazaga Campus. Also time of concentration calculation performed table from Turkish Federal Highway

Administration Design Manual in example of Istanbul Technical University Ayazaga Campus.





1. GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde yaşam alanları, o bölgede yaşayan insanların hayatlarını rahatlıkla devam ettirebilmeleri için bir çok olumsuz dış etki engellenecek veya etkisi en aza düşürülecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yaşam alanları olan meskun alanlarda, yağışların neden olduğu suların insan yaşamını olumsuz etkilememesi için yağmursuyu drenaj sistemleri kurulmuştur. Yağmursuyu giriş yerleri, yağmursuyu drenaj sisteminin bir parçasıdır.

Yağmursuyu drenajı, yağış sonrası akışa geçen suların yollardaki trafik tıkanmalarını, yolların hasar görmesini, erozyon ve heyelanları, araçların ve konutların taşkınlardan zarar görmesini vb. engeller.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde, çalışma konusu hakkında genel bilgi verilmektedir.

İkinci bölümde, meskun bölge drenajından, yağmursuyu giriş yerlerinden ve özelliklerinden bahsedilmektedir.

Üçüncü bölümde, yağmursuyu giriş yerlerinin projelendirilmesinde dikkat edilmesi gereken tertip ve esaslardan ve yağmursuyu giriş yerlerinin yollara yerleştirilmesi hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde, gelen yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu giriş yerlerinin hidroliği ve debi kapasiteleri hakkında bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde, İstanbul Teknik Üniversitesi'nin Maslak'ta bulunan Ayazağa Yerleşkesinin kampüs içi yollarında bulunan yağmursuyu giriş yerlerinin yollardaki mevcut yerleşimi, suyun cadde üzerinde yayılma genişliği, uygun yerlere konulması vb. durumlar dikkate alınarak incelenmiştir.

Altıncı bölümde, inceleme sonucunda değiştirilmesi, yapılmasının gerekli görüldüğü öneriler sunulmuştur.



2. MESKUN BÖLGELERDE YAĞMURSUYU DRENAJ

2.1 Meskun Bölge Drenajı

Meskun bölge, Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre “İnsan oturan, şeneltilmiş alan demektir. Yani kısaca insanların yaşam yeri olarak seçtiği yerleşim alanları olan köyler, kasabalar, şehirler vb. meskun bölge kapsamına girer.

İşte bu meskûn bölgelerin suyun zararlı etkilerine karşı korunması işlemine “Meskûn Bölge Drenajı” denir. [1]

Başka bir deyişle; yerleşim bölgelerinde yağışlardan sonra meydana gelen fazla suların uzaklaştırılmasına meskûn bölge drenajı denir. [2].

2.2 Meskun Bölge Yollarında Yağmursuyu Drenajı

Yağmursuyunun drenajı, meskun bölgeler için büyük önem arz etmektedir. Özellikle çarpık kentleşmenin olduğu meskun bölgelerde sel, heyelan vb. doğal afetlerin olası zararlarından korunmak için yağmursuyunun drenajı hayati öneme sahiptir.

Meskûn bölgeler;

- Geçirimsiz yüzeyler (yol, kaldırımlar, diğer kaplamalar ve çatılar vb.),
- Geçirimli yüzeyler (bahçeler, bitkisel alanlar vb.)
- Yapılaşma olmayan arazilerin farklı zemin yüzeylerinden meydana gelmektedir. [3]

Yukarıda saydığımız 3 yüzey tipinin, yağmursuyu drenaj sistemine giren yağışın hangi hızda ve hangi verimde gerçekleştirdiğini belirleyen kendine has özellikleri vardır. [3]

Meskun bölgelerin büyük kısmını oluşturan yollar ve yolların altına kurulacak yağmursuyu boru hatları ile yüzeysel sular rahatlıkla uzaklaştırılabilir. Yalnız aşağıda belirtilen sebeplerden ötürü, yağmur

sularının meskun bölgelerdeki yollardan uzaklaştırılması, insan yoğunluğunun az olduğu alanlara göre zorlaşmaktadır:[4]

- Yoğun trafik ve buna bağlı yüksek riskler
- Geniş yollar
- Boyuna ve enine yönde nispeten düz yüzeyler
- Sığ su seyri
- Yan hendek yokluğu ve yoğun su akışı
- Yapı alanları içerisinde göletlenmeden veya yoğun akıştan oluşabilecek zararlar
- Trafiğin yoğun olduğu yollarda, tahliye noktalarına su kanalı misali aynı zamanda su taşınması.

Yollarda etkili drenaj için yol hizmet seviyesinin bakımı, yolun korunması ve trafik güvenliğinin sağlanması için gereklidir.Yoldaki su, trafikte kesintiye neden olabilir, kayma direncini düşürebilir, ıslak zeminde hareket kabiliyetini azaltabilir, sıçrama ve püskürtme yüzünden görünürlüğü sınırlayabilir ve ön tekerlek havuzlarına girdiğinde bir aracın yönlendirilmesinde zorluğa neden olabilir. [14]

2.3 Yağmursuyu Giriş Yerleri

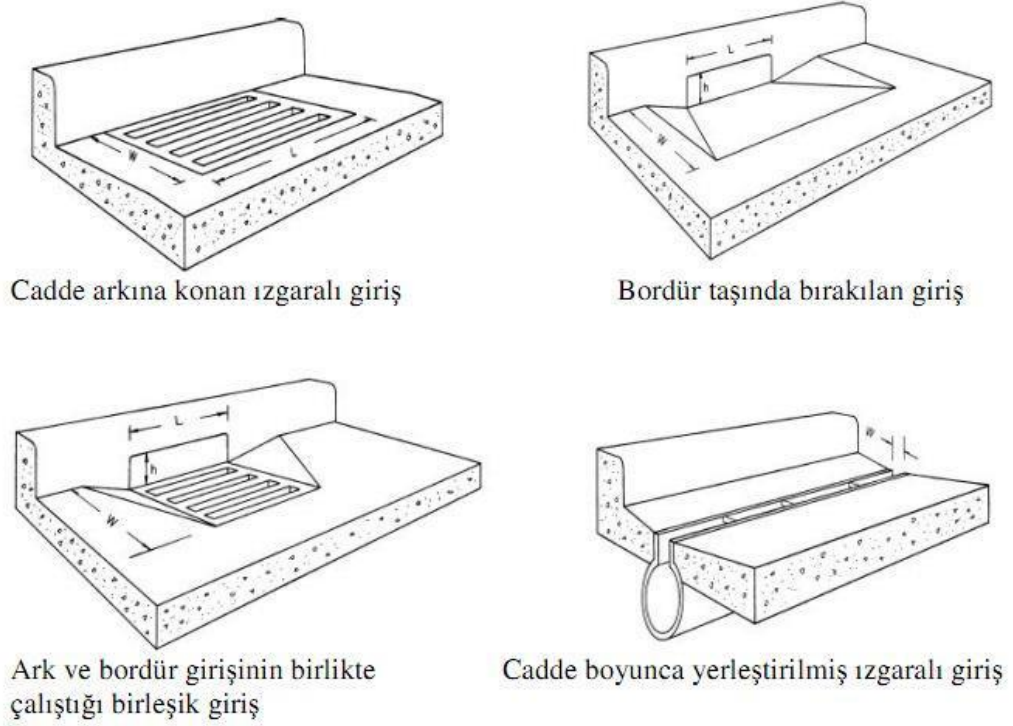
Yağmursuyu giriş yerlerinin ideal olabilmesi için aşağıda sıralanan özellikleri sağlamaları gerekir;

- Yaya ve bisiklet güvenliğini sağlamalı
- Yapısının sağlam ve dayanıklı olmalı
- Hidrolik açıdan verimli olmalı
- Kendi kendini temizleyebilmeli, kolay tıkanmamalı
- Ekonomik olmalı.[7]

Etkili bir trafik güvenliği ve yollardaki yıkımın önlenerek servis ömrünün uzatılabilmesi için yağmursuyu drenajının önemi büyüktür [5]. Yağmur sularını

drenaj sistemine alan giriş yerleri, cadde arkındaki akımı, yayalara ve motorlu trafiğe en az zarar verecek şekilde minimum masrafla toplayıp uzaklaştırmak üzere hesap edilir ve projelendirilir. Yağmursuyu giriş yerleri Şekil 1’de görüldüğü gibi dört ana tipten oluşur.

- Bordür taşında bırakılan giriş yerleri
- Cadde arkına konan ızgaralı giriş yerleri
- Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik girişler
- Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişler [6]



Şekil 1: Yağmursuyu Drenaj Giriş Yerleri.

Izgara takımları ve bakım rögarı kapama elemanları (hareketli ızgaralar hariç)

aşağıda verilen malzemelerden birisinden yapılmış olmalıdır [8].

- a) Lamel grafitli dökme demir
- b) Küresel grafitli dökme demir
- c) Dökme çelik

d) Levha elik (Hadde elik)

e) a ve d' de verilen malzemelerden birinin beton ile kombinasyonu

f) Betonarme

2.3.1 Bordür taşında bırakılan giriş yerleri

Bu giriş yerleri bordürde dűşey bir su alma ağızına sahip olup, cadde arkında akan su bu su alma ağızından (açıklıktan) kanala girer. Eėer suyun girdiği açıklık boyunca cadde arkına konulmuş diyagonal saptırıcılar teçhiz edilirse deflektörlü giriş adını alır. Saptırıcıların üst kenarı yol üst yüzeyi ile aynı hizada olduğundan trafiği engellemezler.[2]

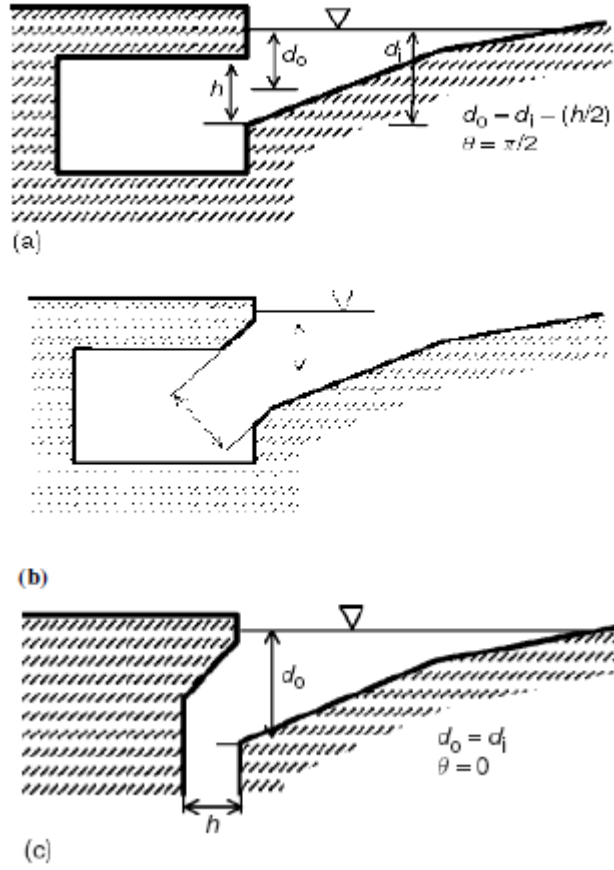
Özellikle bordür taşında bırakılan giriş yerleri olmak üzere yağmur suyu giriş yerlerinde su alma kapasitesi, cadde eğimi azaldıkça ve enine eğim arttıkça artar. Su alma ağızının boyu ve tahliye edilecek su miktarı belirlenirken su yolunun ve caddenin boyuna eğimleri, enine eğimleri gibi parametrelere ihtiyaç vardır.[9]

Bordür taşında bırakılan giriş yerleri, şekil 2'de görüldüğü gibi yağmur suyunu kanala yönlendirirken yatay, açılı ya da dik su alma ağızlarına sahip olabilir.

Bordür taşında bırakılan giriş yerlerinde akımın hidroliğini teorik olarak bir kerede ifade etmek hemen hemen olanaksızdır; çok fazla değişen ve etkileyen olduğu için ana etkileyicilerden bazıları seçilir ve bu değerlerin değişimiyle akım teorik olarak ifade edilmeye çalışılır. Örneğin su alma boyu seçilerek, uzunluğun değişimine bağlı teorik bir bağlantı verilebilir. [10]

Bordürdeki girişlerin kapasiteleri ızgaralı girişlere göre daha az olmakla birlikte bordürde teşkil edildikleri için trafiği engellemezler. Ayrıca bordür girişlerinde tıkanma hemen hemen olmazken, ızgaralı girişlerde tıkanma daha kolay olur. [2]

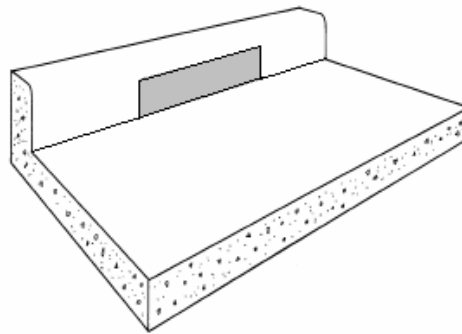
Bordür girişlerinin düz, ukurlaştırılmış ve saptırıcılı (deflektörlü) olmak üzere üç tipi mevcuttur. [2]



Şekil 2: Bordür taşında bırakılan yağmur suyu giriş yerleri su alma ağızlarının kesitleri.

2.3.1.1 Bordür taşında bırakılan düz giriş yerleri

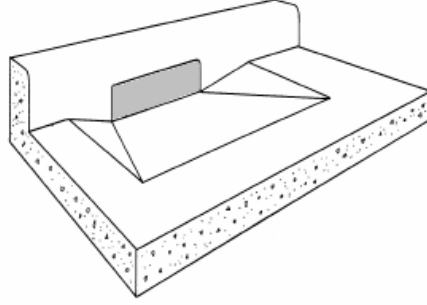
Şekil 3’te görüldüğü gibi bordür taşında yer alan su alma ağızı boyunca başka bir su alma yapısı olmayıp, su alma ağızı önü düzdür.



Şekil 3: Bordür taşında bırakılan düz giriş.

2.3.1.2 Bordür taşında bırakılan çukurlaştırılmış giriş yerleri

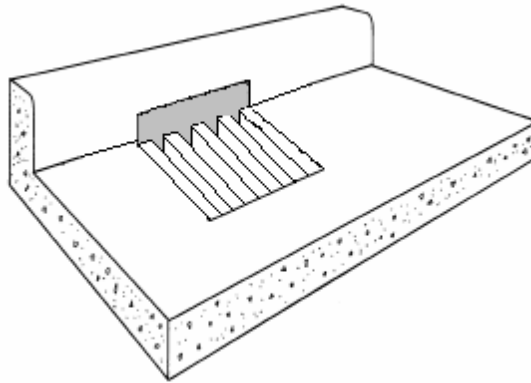
Şekil 4'te görüldüğü gibi bordürdeki su alma ağzı boyunca önünde çukurlaştırma yapılarak yağmur suyunun drenajının su alma ağzına yönelmesi sağlanır. Bu tür giriş yerleri trafik açısından bir sıkıntı yaratmayacak bölgelerde kullanılabilir.[11]



Şekil 4: Bordür taşında bırakılan çukurlaştırılmış giriş yerleri.

2.3.1.3 Bordür taşında bırakılan saptırıcı giriş yerleri

Bu tür giriş yerlerinde Şekil 5'te görüldüğü gibi su alma ağzı boyunca cadde arkında bordüre dik saptırıcılar bulunmaktadır. Saptırıcıların görevi, çukurlaştırmada olduğu gibi yağmur suyunun drenajının su alma ağzına yönelmesi sağlamaktır. Saptırıcıların üst kenarı yol üst yüzeyi ile aynı hizada olduğundan trafiği engellemezler.



Şekil 5: Bordür taşında bırakılan saptırıcı giriş yerleri.

2.3.2 Cadde arkına konan ızgaralı giriş yerleri

Bu tür girişler ülkemizde yağmur suyu giriş yerlerinde kullanımı yaygın olup, yüzey suyu akış yönünde genelde çukurlaştırılarak yerleştirilmektedir. Bunlar Şekil 6'da görüldüğü gibi arkta bırakılan yatay bir açıklık şeklinde olup üzeri bir veya daha fazla sayıda ızgara ile örtülüdür. Yolun enine ve boyuna eğimi arttıkça verimlilik artar.[12]

En büyük dezavantajları, meskûn alanlarda oluşan döküntü ve sürüntü maddelerinin bu ızgaraları tıkamasıdır. Çubukları bordüre paralel ızgaraların en az tıkanmaya maruz kaldığını ve en iyi akım şartlarını hazırladığını deneyler göstermektedir. Ayrıca, ızgara aralıkları bisikletler için tehlike arz etmektedir. O yüzden bisiklet güvenliği için ızgara çubuklarının birbirleri ile olan mesafeleri 2,5 cm i aşmamalıdır. Tasarım aşamalarında bu gibi hususlar göz önüne alınmalıdır. [2]

Cadde arkına konan ızgaralı girişlerin en büyük avantajlarından biri de akış halinde olan suyun izlediği yol üzerinde konumlandırılmış olmalarıdır.[13]



Şekil 6: Cadde arkına konan ızgaralı giriş yeri.

İyi bir ızgaralı giriş aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır [7].

1. Bisiklet ve yayalar için güvenli olmalı
2. Sağlam olmalı
3. Hidrolik açıdan verimli olmalı
4. Tıkanmaya karşı etkili olmalı

5. Ekonomik olmalı.

2.3.3 Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik girişler (kombine girişler)

Şekil 7’de görüldüğü gibi ark üzerindeki ızgaralı girişler ile bordür taşında bırakılan girişlerin birlikte kullanılmasıyla oluşturulur. Genel olarak bordürdeki girişin hemen önünde arkta ızgaralı bir giriş bırakılır. Fakat ızgaralı girişlerin, bordür girişinin menba veya mansap ucuna ikisi üst üste gelecek veya aralarında bir mesafe kalacak şekilde konulmaları da mümkündür. Farklı boyut ve sayılarda olabilmek ile beraber eğer sayıları aynı ise verimlilik açısından ızgara giriş kapasitesi olarak değerlendirilir. [2]



Şekil 7: Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik giriş (Kombine giriş).

Özellikle bu tip yağmursuyu giriş yerlerinde, ızgaralı giriş yerleri bordürde bırakılmış boşluğun mansap tarafına konulduğu takdirde daha verimlidir. Çünkü ızgara üzerinin döküntü ve sürüntü ile dolması halinde, yüzeysel sular bordürle bırakılan giriş yerine hareket edecektir.[2]

Ark ve bordür girişinin birlikte çalıştığı birleşik yağmursuyu girişleri, iki ayrı giriş yerinin tek başlarına sahip oldukları avantajları birlikte sağlar. Arkta konulan girişin ve bordürde konulan girişin eşit boylarda olduğu durumdaki verimlilikleri, girişlerin yalnızken sağladıkları verimlilikler kadardır. Kombine girişin verimliliği hesap edilirken sanki tekmişler gibi ayrı değerlendirilir.[14]

2.3.4 Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişler

Şekil 8’de görüldüğü gibi yüzeysel suların geniş bir yüzey alanında akış halinde olduğu meskun alanlarda kullanılan en ideal yağmur suyu giriş yeridir. Izgaraların

eni, boyuna oranla daha küçüktür. Şekil 9’da görüldüğü gibi ızgaralı girişlerin altında yağmur suyunu kanala ileten bir boru mevcuttur. Genellikle havaalanları, otoparklar, büyük meydanlar gibi geniş alanlarda kullanılırlar.



Şekil 8: Cadde Boyunca Yerleştirilmiş Izgaralı Giriş.



Şekil 9: Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı girişlerin altında yer alan yağmursuyunu kanala ileten boru.



3. YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN PROJELENDİRİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN TERTİP VE ESASLAR

- a) Trafik emniyeti ve konfor şartlarının müsaadesi nispetinde mümkün olduğu kadar fazla bir enine eğim kullanılmalıdır.[2]
- b) Gelen yağmursuyu debisinin %5 ilâ %10'u aşağıdaki giriş yerine geçecek şekilde hesap yapılmalıdır. Fakat bu durumun yayalar veya trafiğe bir güçlük çıkarmaması gerekir.[2]
- c) Mansabın sonundaki giriş yerleri gelen yağmursuyu debisinin %100 ünü alacak şekilde projelendirilmelidir.[15]
- d) Eğer bir giriş ağzı tıkanırsa diğer girişin yağmur suyunu drene etmesi düşünülerek güvenlik faktörü hesaplanmalıdır.[16]
- e) Giriş tipinin seçimi, sadece kapasiteye gözönüne alınarak yapılmaz. Bununla birlikte arktaki akımla birlikte gelen sürüntü maddeleri ve araç trafiğini engelleme durumları da göz önünde alınarak giriş tipi seçimi yapılmalıdır. Izgara girişleri projelendirilirken araç, yaya ve bisiklet güvenliği göz önünde tutulmalıdır [7].
- f) 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.[2]
- g) Bordürde teşkil edilen girişlerin kendi kendini temizleme özelliğinden yararlanmak için boyuna eğimler %3 veya daha küçük yerlerde teşkil edilmelidir. Çünkü boyun eğim çok büyük olursa taşınan döküntü ve sürüntü maddesi artacağından tıkanmalar olacaktır.[17]

Trafiğin bordüre çok yakın olmadığı hallerde;

- Eğer tıkanma sorunu yoksa, arkta, çukurlaştırılmış bir giriş yeri bırakılır veya ark ve bordür açıklıkları bitişik ve ızgara çubukları boyuna doğrultuda olan birleşik bir giriş yeri teşkil edilir. Eğer tıkanma sorunu varsa ve proje debisi küçükse çukurlaştırılmış bir bordür girişi yapılır. Proje debisi büyükse çukurlaştırılmış bir birleşik giriş teşkil edilir. Birleşik girişler tıkanmaya en az maruz olan girişlerdir. [2]
- Tıkanma probleminin birleşik girişlerde olmaması için ağız açıklığının en küçük boyutu (2 inch)=5,08 cm'den büyük veya ızgaralar arası net açıklık alanı $7 \text{ inch}^2 = 45,16 \text{ cm}^2$ den büyük olmamalıdır.[18]

Trafiğin bordüre yakın olarak seyrettiği hallerde;

- Cadde eğimi %5'den büyükse saptırcılı bir giriş yapılır. Fakat bu taktirde sürüntü maddesinin saptırcının dişleri arasına toplanmaması gerekir.[2]
- Cadde 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.[2]

Çok az eğimli veya tamamen düz caddelerde veya çukur yerlerde bırakılan girişlerin olduğu durumlarda;

- Düz yerlerde, giriş yerine doğru, her iki taraftan hafif eğim verilir. Böyle girişler, sanki çukur yerlerde teşkil edilen girişler gibi bir özellik gösterirler.[2]
- Çukur yerlerde, ızgaralar tıkanmış taktirde su basmasını azaltmak için bordür girişleri veya birleşik girişler kullanılır.[2]
- Çukur yerlerdeki girişler tıkanma temayülündedir. Bu sebepten, bunların emniyetli kapasiteleri küçük tutulmalıdır. Çukur yerlerde bırakılan girişlerin kapasiteleri, bordür girişlerinde %10, birleşik girişlerde %10-%20 arası, ve cadde arklarında bırakılan girişler için %25-%30 arasında azaltılmalıdır.[6]

3.1 Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Yerleştirilmesi

Yağmur suyu giriş yerlerinin ekonomik ve etkili bir drenaj yapacak şekilde yerlerinin belirlenmesi gerekir. Yağmur suyu giriş yerlerinin ve tipinin belirlenmesinde,

bölgenin şehirleşme durumu, araç ve yaya yoğunluğu, ticaret ve sanayi bölgesi olması belirleyicidir.

Yol drenajı, yüzey drenajının, ark akışının ve yağmursuyu giriş yeri kapasitelerinin önemini gerektirir. Bu elemanların tasarımı yağmur frekansına ve yağmur suyunun yol yüzeyinde izin verilen yayılmasına bağlıdır.[14]

Çizelge 1’de önerilen minimum tasarım frekanslarını ve otoyol türüne ve trafik hızına dayalı olarak arktaki suyun yayılma miktarının göstermektedir.[14]

Yollardaki trafik şeritleri ve yaya geçitlerinin su altında kalmaması için arktaki suyun yayılma miktarının Çizelge 1’ de belirtilen değerleri aşmaması gerekir [13].

Çizelge 1: Yol Sınıfı ve Proje Hızına Göre Su Yayılma Değerleri ve Minimum Tasarım Frekansı.

Yol Sınıfı	Tasarım Proje Hızı	Minimum Tasarım Frekansı	Su Yayılma Değerleri
Yüksek yoğunluklu, bölünmüş ya da çift yönlü yollar	< 70 km/saat	10 yıl	Banket + 1 metre
	> 70 km/saat	10 yıl	Banket
	Çukur Yerler	50 yıl	Banket + 1 metre
Yan yollar	< 70 km/saat	10 Yıl	1/2 Şerit
	> 70 km/saat	10 Yıl	Banket
	Çukur Yerler	10 Yıl	1/ 2 Şerit
Ara Sokaklar	Düşük Yoğunluklu Trafik	5 Yıl	1/ 2 Şerit
	Yüksek Yoğunluklu Trafik	10 Yıl	1/ 2 Şerit
	Çukur Yerler	10 Yıl	1/ 2 Şerit

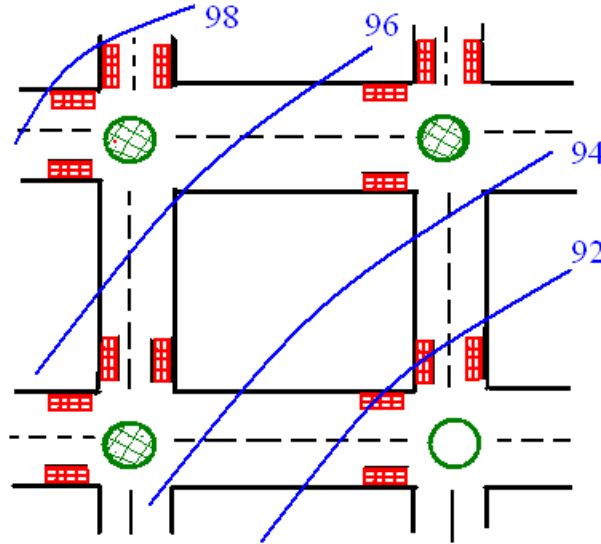
Yol yağmursuyu drenaj tasarımının amacı, yağmur olayı sırasında araçların güvenli bir şekilde geçmesini sağlamaktır. Bordürlü bir yolun drenaj sistemi tasarımı, arktaki akışı toplamak ve trafiğe ve yayalara makul bir maliyetle makul bir güvenlik sağlayan bir şekilde yağmursuyu girişlerine aktarmaktır. Yoldaki yağmursuyunun yayılması arttıkça, trafik kazalarının ve trafik gecikmelerinin riski, yaya trafiğine olan zarar yani kısacası tehlike artar.[14]

Meskun bölgenin tesviye eğrili bir planı üzerinde giriş yerleri yerleştirilirken en ideal durum Şekil 10’da görüldüğü gibi, caddenin eğimine göre her bir kavşakta dört adet

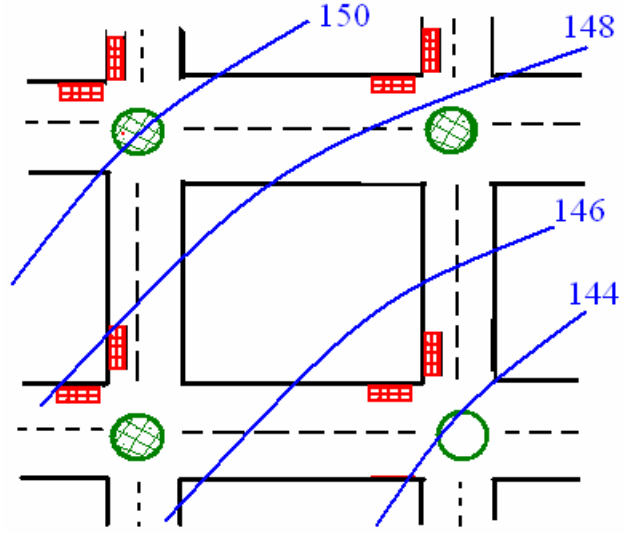
giriş yapılır. Böylece yaya geçitleri su baskınından korunur. Bu halde arktaki akış yolu bir blok uzunluğu kadardır. [2]

Caddenin eğim durumuna göre, kesişen caddeler arasındaki mesafe 90-150 m yi geçiyorsa veya çatı ve kaplamalı yüzeylerden gelen yağmur suları doğrudan cadde arkına veriliyorsa daha giriş yerine gelmeden arktaki su derinliği trafiği engelleyecek duruma gelebilir. [2]

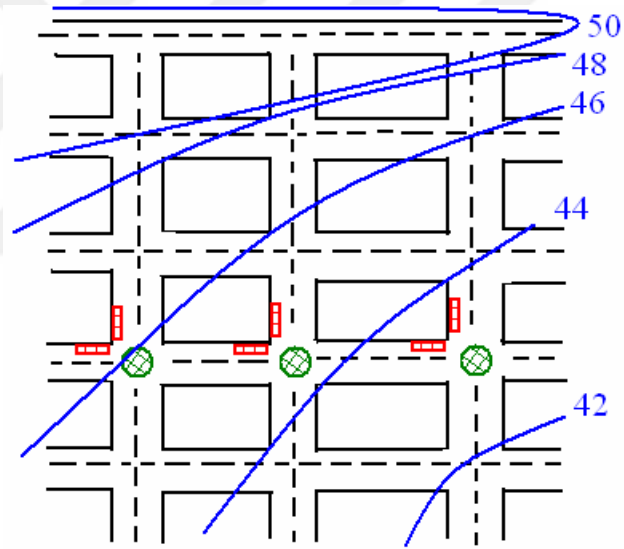
Her kavşakta dört tane girişin gerekli görülmediği yerlerde daha az maliyetli olan her kavşakta iki tane girişin olduğu durum tercih edilebilir. Bu diziliş Şekil 11’de gösterilmiştir. Daha önemsiz yerlerde Şekil 12’de gösterilen yağmur suyu girişlerinin birkaç blok arayla yerleştirilmesi yoluna da gidilebilmektedir [2].



Şekil 10: Caddeye yerleştirilen her kavşakta dört adet yağmursuyu girişi olan ideal yerleştirme.



Şekil 11: Ekonomik durumun elverişli olmadığı yerlerde, daha ucuz olan her kavşakta iki adet yağmur suyu girişi konulması.



Şekil 12: Önemsiz yerlerde, yağmursuyu girişlerinin birkaç blok arayla yerleştirilmesi.

Kısaca toparlarsak yağmur suyu giriş yeri elemanlarının kapasiteleri;[13]

- Giriş yerinin geometrisine,
- Akış halinde olan yağmur suyunun derinliği ve hızına,
- Enine ve boyuna eğime bağlıdır.

Giriş yerlerinin hidrolik kapasitesi giriş tipinin seçimine bağlı olarak değişiklikler gösterir: [13]

- Cadde arkında bırakılan ızgaralı giriş yerleri için kapasiteyi ızgaraya gelen yağmur suyu miktarı, seçilen ızgaranın modeli ve suyun ızgaraya alındığı boşluklar belirlemektedir.
- Bordürde bırakılan giriş yerleri için kapasiteyi yağmur suyunun bordürdeki hızı, yol ve arkın enine eğimi ve bordürdeki yağmur suyunun derinliği belirlemektedir. Bordür önünde yapılmış bir çukurlaştırma da kapasiteyi önemli ölçüde etkilemektedir.
- Bordürde bırakılan ızgaralı girişin ve düz ızgaralı girişin birlikte çalıştığı kombine girişlerde kapasiteyi iki giriş yerinin ayrı düşünüldüğü durumdaki belirleyiciler gösterilebilir.
- Cadde boyunca yerleştirilen ızgaralı girişlerde de akımın hızı ve derinliği önemlidir.

4. YAĞMUR SUYU GİRİŞ YERLERİNİN HİDROLİĞİ

4.1 Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı

Yağışlardan sonra arklarda oluşan akışın caddeye yayılma miktarı ve su derinliği kontrol altına alınmalıdır. Aksi takdirde taşıtlar ve yayalar için tehlike arz eden yoldaki suyun film tabakası oluşturarak taşıtların yol yüzeyi ile temasını azaltarak kaymasına ve su sıçramasından dolayı azalan görüş mesafesi kazalara sebep olabilir. Su derinliği ve suyun yayılma miktarı sınır değerlerini geçtiği yerlerde yağmursuyu giriş yerleri yapılarak drenaj sağlanır. Arktaki su derinliği ve yayılma miktarı arkın şekline, yolun enine eğimine bağlıdır. Akım hızı “Manning Formülü” ile hesap edilir. [19]

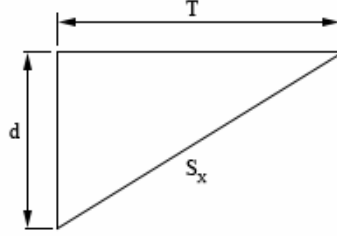
Çizelge 2’de Manning formülündeki “n”pürüzlülük katsayısı değerleri ve Çizelge 1’de FHWA’nin (ABD Federal Otoyol Müdürlüğü) yaya ve taşıt trafiğinin güvenliği için belirlemiş olduğu tasarım değerleri sunulmaktadır. [14]

Ayrıca uygun bir drenaj için caddenin boyuna eğimi de % 4’den küçük olmalıdır.[20]

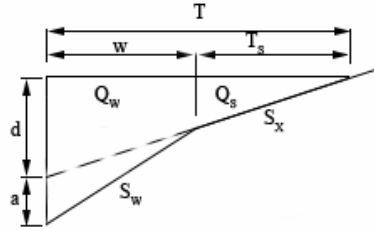
Çizelge 2: Manning Pürüzlülük Katsayısı Değerleri.

Ark veya Cadde Tipi	Manning Pürüzlülük Katsayısı
Mala ile düzeltilmiş beton ark	0,012
Asfalt kaplama ; Düz yüzey	0,013
Pürüzlü yüzey	0,016
Beton ark - asfalt kaplama ; Düz	0,013
Pürüzlü	0,015
Beton kaplama ; Mala ile düzeltilmiş	0,014
Tırmık ile düzeltilmiş	0,016
Sedimentasyon olabilecek küçük eğimli arklarda yukarıdaki değerlere 0,02 eklenir.	

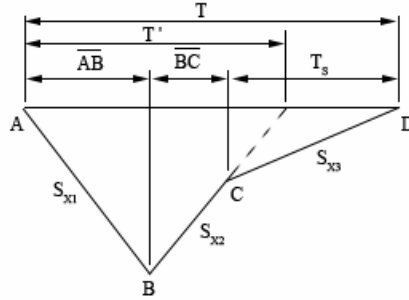
Cadde arklarında yaygın olarak kullanılan ark enkesitleri üniform enkesitli ark Şekil 13'te, kompozit enkesitli ark Şekil 14'te, V- enkesitli ark Şekil 15'te ve dairesel enkesitli ark Şekil 16'da gösterilmiştir.



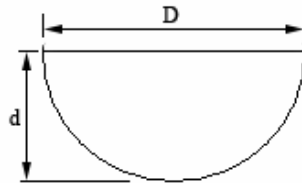
Şekil 13: Üniform enkesitli ark.



Şekil 14: Kompozit enkesitli ark.



Şekil 15: V-enkesitli ark.



Şekil 16: Dairesel enkesitli ark.

4.1.1 Yağmursuyu debisi hesabı

Yol üstüne düşen yağmursuları, suyun yayılma genişliğine ve suyu arkta yükselme miktarına bağlıdır. Ancak suyun yayılma genişliği araçların su sıçratması, kayma direnci, kavşaklarda karşıdan karşıya geçen yayaların suyun üzerinden atlaması vb. nedenlere bağlı olarak Çizelge 1’de yer alan sınırları aşmaması gerekir. [22]

Yol yüzeyine düşen yağmur sularının debisi rasyonel metod ile bulunur. Rasyonel metod, şiddete bağlı bir yağış tahmin yöntemi olup, yağmursuyu drenaj sistemlerinde en çok tercih edilen yöntemdir.[23]

Rasyonel Metod 100 yıldan çok önce geliştirilmiş olup, kentsel alanlardan gelen tasarım akışı miktarını tahmin etmek için kullanılır. Kullanılması yaygındır, çünkü uygulaması basittir özellikle arklar, yağmursuyu olukları ve kanalların boyutlandırılmasında kullanılması uygundur. Genellikle 200 acre (809,371 dönüm)’den az yerlerde kullanılır. C, yüzeysel akış katsayısı Çizelge 3’e göre belirlenir. [24]

Q : Proje debisi [lt/s]

C : Yüzeysel akış katsayısı (Çizelge 3)

I : Ortalama yağış verimi [mm/saat]

A : Drenaj alanı [m²]

$$Q = \frac{(C \times I \times A)}{3600} \quad (4.1)$$

Çizelge 3: Kaplama cinsine göre akış katsayıları.

Kaplama Cinsi	Akış Katsayısı
Metal kaplı çatılar	0,70-0,95
Kiremit kaplı çatılar	0,85-0,90
Değişik örtülü düz çatılar	0,50-0,80
Asfalt yüzeyler ve sızdırmaz kaplamalar	0,85-0,95
Derzleri sızdırmaz taş kaplı yüzeyler	0,75-0,85
Derzleri tecrit edilmemiş yüzeyler	0,50-0,70
Taş kaplı yollar	0,25-0,60
Çakıl yollar	0,15-0,30
Kaplamasız yüzeyler	0,10-0,20
Park ve bahçeler	0,00-0,15

Yağış şiddeti, toplanma zamanı olan T_e ve tasarım frekansına göre yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrilerinden bulunur. Suyun toplanma zamanı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı “Karayolları Tasarım El Kitabı”na göre Çizelge 4'deki gibi 5 ile 15 dakika arasındadır. Yağış şiddetinin bağlı olduğu diğer unsur olan tasarım frekansı Karayolları Tasarım El Kitabı'na göre Çizelge 5'te gösterilmiştir. [22]

FHWA'ya göre suların toplanma süresi (T_e), çeşitli ardışık akış kesimleri içindeki seyahat sürelerinin toplamı olarak hesaplanabilir. Bunun hesabı için aşağıdaki formül kullanılır.

$$T_e = \frac{K_u}{I^{0.4}} \left(\frac{n \times L}{\sqrt{S}} \right)^{0.6} \quad (4.2)$$

T_e : Suların toplanma süresi [dakika]

K_u : Ampirik katsayısı, 6,92

I : Ortalama yağış verimi [mm/saat]

n : Manning Pürüzlülük Katsayısı

L : Akışın aldığı yol uzunluğu [metre]

S : Boyuna eğim [m/m]

Çizelge 4: Suların toplanma süresi (dk).

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

FHWA'nın (ABD Federal Otoyol Müdürlüğü) minimum tasarım frekansı Çizelge 1'de gösterilmiştir. FHWA'nın, Karayolları Tasarım El Kitabı'nda yer alan minimum tasarım frekansı tablosuna göre daha detaylı bir tabloya sahip olduğu görülmektedir.

Daha az sıklıkta yağmur meydana gelen bölgelerde, beklenmeyen sellerin neden olabileceği zaman bir minimum kontrol tasarım frekansı kullanılmalıdır. Ayrıca, yağmur suyu giriş yerlerinin tehlikeli göllenmelerin meydana gelebileceği dikey çukur yerlerde sona erdiği zaman, yağmursuyu giriş yerleri daima bir minimum

kontrol tasarım frekansı için değerlendirilmelidir. [14] Bu konu hakkında Karayolları Tasarım El Kitabı'na göre Çizelge 5'te yer alan not kısmında kontrol tasarım frekansının mühendisin talimatına bırakıldığı anlaşılmaktadır.

Minimum kontrol tasarım frekansı için seçilen frekans, minimum tasarım frekansını seçmek için kullanılan aynı hususlara, yani tasarım için seçilenler ve göllenme potansiyelini aşan sonuçların esas alınmasına dayanmalıdır. Önemli bir göllenme olmayacak durumlarda, normalde minimum kontrol tasarım frekansı seçimi gereksizdir.[14]

Çizelge 5: Minimum Tasarım Frekansı.

<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.

4.1.2 Üniform enkesitli arklarda akış[13]

Şekil 13'ten de anlaşılacağı üzere su derinliği(d) [m],suyun arktaki yayılma miktarı (T) [m] ve arkın eğimine(S_x) [m/m] bağlıdır.

$$S_x = \frac{d}{T} \quad (4.3)$$

$$d = S_x \times T \text{ hesaplanır.}$$

Islak Alan (A) [m²], Şekil 13'teki ark kesidinin su dolu alanı;

$$A = \frac{T \times d}{2} = \frac{T \times S_x \times T}{2} = \frac{T^2 \times S_x}{2} \quad (4.4)$$

Islak Çevre (Ç) [m], Şekil 13'teki ark kesidinin ıslak çevresi;

$$\Ç = d + T = S_x \times T + T = T \times (1 + S_x) \cong T \quad (4.5)$$

Hidrolik Yarıçap (R) [m];

$$R = \frac{(T^2 \times S_x) / 2}{T} = \frac{T \times S_x}{2} \quad (4.6)$$

Manning formülü;

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.7)$$

Bu denklemde;

V: Kesitsel ortalama hız [m/sn]

n : Mannig pürüzlülük katsayısı,(Çizelge 2)[s/(m^{1/3})]

R : Hidrolik yarıçapı [m]

S_L : Arkın boyuna eğimini [m/m] ifade eder.

4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6 denklemlerini Manning formülünde yerine koyarsak;

$$V = \frac{1}{n} \left[\frac{T^2 \times S_x / 2}{T \times (1 + S_x)} \right]^{\frac{2}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.8)$$

$$Q = \frac{K_G}{n} \times S_x^{\frac{5}{3}} \times T^{\frac{8}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.9)$$

4.9'daki denklemde görüldüğü gibi ortalama debi(Q) elde edilir. K_G=0,376 olup, ampirik bir sabittir.

Üçgen kesitli arklarda hız ve debi ekte yer alan EK A ve EK B de bulunabilir.

4.1.3 Kompozit enkesitli arklarda akış [14]

Şekil 14'te görüldüğü gibi arktaki akım ve yol tarafındaki akım olmak üzere akımı ikiye ayırıyoruz. Buna göre debi;

Q : Toplam debi [m³/s]

Q_w : Arktaki debi [m³/s]

Q_s : Yol tarafındaki debi [m³/s]

$$Q = Q_w + Q_s \quad (4.10)$$

Suyun yayılma miktarı (T);

W : Arkın genişliği [m]

T_s : Yol tarafındaki yayılma genişliğini [m]

$$T = W + T_s \quad (4.11)$$

Bordür yüzündeki su derinliği (y);

a : Arktaki çökme [m]

$$y = d + a = S_x \times T + a \quad (4.12)$$

Arkın enine eğimi S_w ;

$$S_w = S_x + \frac{a}{W} \quad (4.13)$$

Yol tarafındaki debi Q_s ;

$$Q_s = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T_s^{8/3} \times S^{1/2} \quad (4.14)$$

Arktaki debi Q_w , Yol tarafındaki debi Q_s ;

E_0 : Cephe akımının toplam akıma oranı

$$Q_w = E_0 \times Q \quad (4.15)$$

$$Q_s = (1 - E_0) \times Q \quad (4.16)$$

$$E_0 = \left\{ 1 + \frac{S_w / S_x}{\left(1 + \frac{S_w / S_x}{(T / W) - 1} \right)^{8/3} - 1} \right\}^{-1} \quad (4.17)$$

E_0 değeri Ekte yer alan EK C'den de bulunabilir.

Yağmur suyu giriş yerlerinin verimi, E;

Q_i : Yağmur suyu giriş yerinin tuttuğu debi [m^3/s]

Q : Toplam debi [m^3/s]

$$E = \frac{Q_i}{Q} \quad (4.18)$$

4.1.4 V - enkesitli arklarda akış [14]

Bu tip arklarda Şekil 15'teki gibidir, akım hesapları ekte yer alan EK B kullanılarak bulunabilir. S_x aşağıdaki gibi ortalama bir eğim olup, S_{x1} ve S_{x2} değerleri eşittir.

$$S_x = \frac{S_{x1} \times S_{x3}}{S_{x1} + S_{x3}} \quad (4.19)$$

4.1.5 Dairesel enkesitli arklarda akış [14]

Akış, Şekil 16'ya göre aşağıdaki formülle veya Ekte yer alan EK D'ye göre hesaplanır.

d : Dairesel kesitteki su derinliği [m],

D : Dairesel kesitin çapı [m],

S : Arkın boyuna eğimi [m/m],

K_u : 1,179 sabiti,

Q : Arktaki debi olmak üzere [m^3/s],

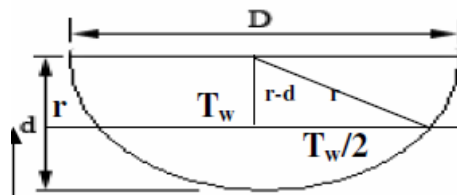
$$\frac{d}{D} = K_u \times \left[\frac{Q}{D^{2.67} \times S^{0.5}} \right]^{0.488} \quad (4.20)$$

Şekil 17'de gösterilen dik üçgende su genişliği T_w değerini geometrik hesap yaparak;

T_w : Dairesel kesitteki su genişliği,

r : Dairesel kesitin yarıçapı,

$$T_w = 2 \times (r^2 - (r-d)^2)^{0.5} \quad (4.21)$$



Şekil 17: Dairesel kesitte su genişliği gösterimi.

4.2 Bordür Taşında Bırakılan Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı

Bordür girişi uzunluğu, üniform kesitli girişte aşağıdaki formülle hesaplanır:[20]

L_T : Gerekli bordür girişi uzunluğu [m],

Q : Toplam gelen debi [m^3/s],

S_L : Yolun boyuna eğimi [m/m],

S_X : Yolun boyuna eğimi [m/m],

n : Manning pürüzlülük katsayısı,

K_c : 0,817 sabiti olmak üzere,

$$L_t = K_c \times Q^{0,42} \times S_L^{0,3} \times \left(\frac{1}{n \times S_x} \right)^{0,6} \quad (4.22)$$

Eğer bordür girişi uzunluğu $L < L_t$ ise verim;

E : Bordür girişi verimi,

L : Bordür girişi uzunluğu

$$E = 1 - \left(1 - \frac{L}{L_t} \right)^{1,8} \quad (4.23)$$

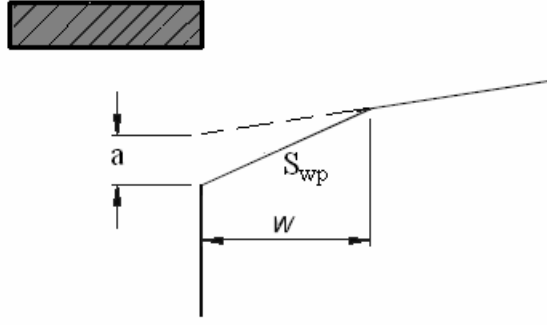
Eğer bordür girişinde çukurlaştırma yapılmışsa enine eğim S_e aşağıdaki formüldeki gibi yazılabilir.Şekil 18’de çukurlaştırılmış bordür giriş kesiti gösterilmiştir;

S_e : Eşdeğer enine eğim [m/m],

S_x : Yol enine eğim [m/m],

S_{wp} : a/W oranı (Şekil 18)

$$S_e = S_x + S_{wp} \times E_0 \quad (4.24)$$



Şekil 18 : Çukurlaştırılmış bordür girişi kesiti.

4.2.1 Çukur yerlerde bırakılan bordür taşında bırakılan yağmursuyu giriş yerlerinin hidrolik hesabı [20]

Çukur yerdeki bordür girişi yüksekliği h olmak üzere,

Giriş yerinin önündeki su derinliği, h 'a eşit ve küçükse o zaman bordür girişi savak gibi davranır.

Eğer giriş yerinin önündeki su derinliği, $1.4h$ 'dan büyükse bordür girişi orifis gibi davranır.

Güvenli bir yaklaşımla debiler hem orifis hem de savak kabulleriyle hesaplandıktan sonra küçük debi ve büyük olan uzunluk seçilir.

Savak davranışındaki debi;

Q_{iw} : Bordür girişinin debi kapasitesi [m^3/s],

C_w : Savak Sabiti (1.6),

d : Su derinliği [m],

L : Bordür girişi uzunluğu [m],

W : Arkın genişliği [m]

$$Q_{iw} = C_w \times L \times d^{3/2} \quad (4.25)$$

Eğer çukurlaştırılmış giriş olursa;

$$Q_{iw} = C_w \times (L + 1,8W) \times d^{3/2} \quad (4.26)$$

Orifis davranışında debi Q_{or} ;

h : Bordür girişi yüksekliği [m]

d_0 : Etkili (bordür girişi önündeki) su derinliği [m]

L : Bordür girişi uzunluğu [m],

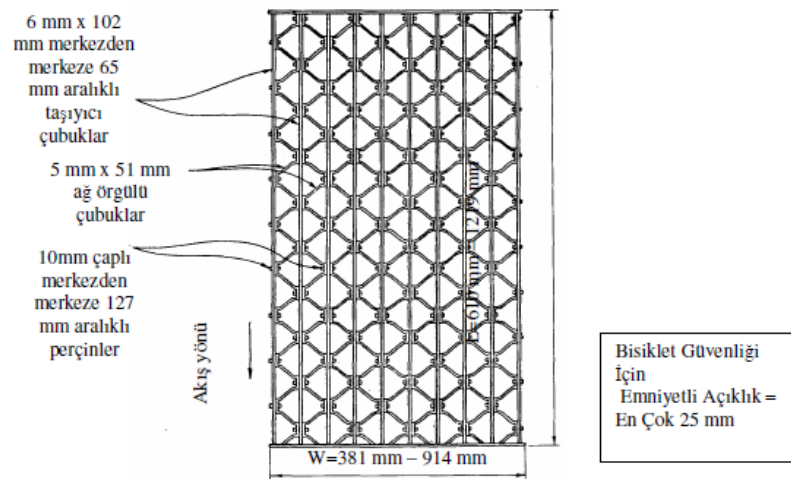
g : Yerçekimi ivmesi [m/s^2]

$$Q_{or} = 0,67 \times h \times L \times (2g \times d_0)^{1/2} \quad (4.27)$$

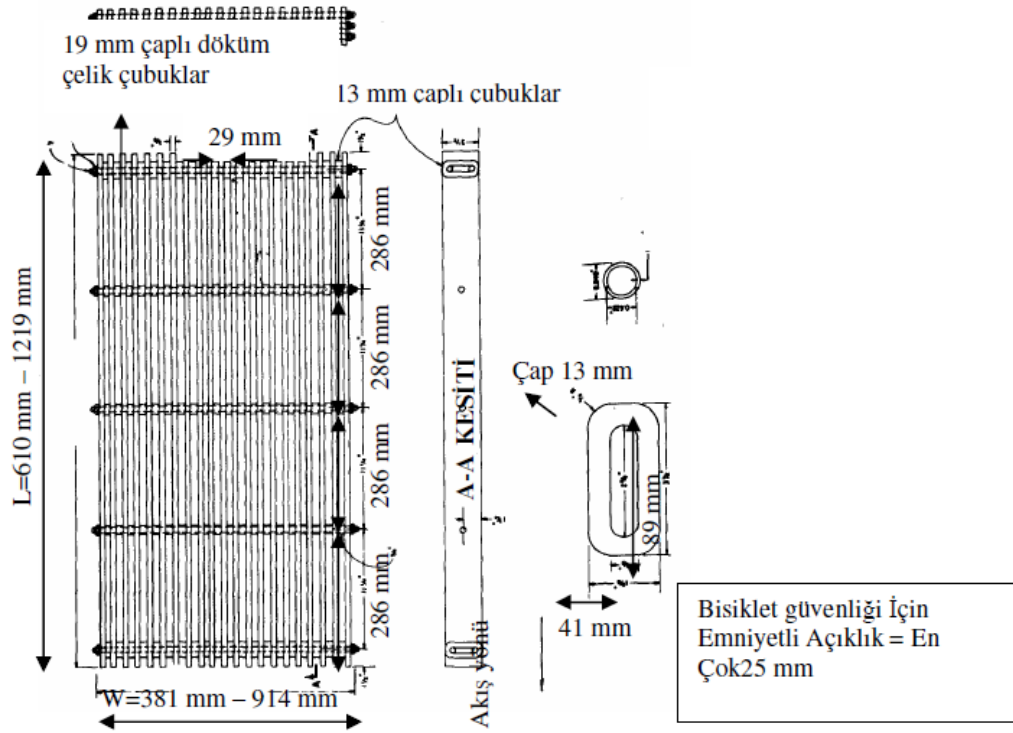
4.3 Cadde Arkında Bırakılan Izgaralı Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Hidrolik Hesabı

4.3.1 Sürekli eğimli yerlerde cadde arkında bırakılan ızgaralı yağmursuyu giriş yerlerinin hidrolik hesabı

Sürekli eğimli yerlerde debi hesaplanırken arktaki debi ve yol tarafındaki debi olmak üzere iki debi hesaplanır. Bu debiler kompozit kesitli arklarda akışta bahsettiğimiz denklem 4.14 ve denklem 4.15'te gösterilmiştir. Birleşik Devletlere bağlı olan Federal Highway Administration'ın geliştirmiş olduğu bazı standart ızgaralar vardır. Bunlar Şekil 19'dan Şekil 22'e kadar gösterilmiştir.



Şekil 19: Ağ örgülü ızgara girişi. [13]



Şekil 22 Merkezden merkeze 29 mm aralıklı paralel çubuklu ızgara girişi.[13]

Arktaki suyun hızı yüzeysel sıçrama hızından küçükse ızgara cephe akımının hepsini tutar. Arktaki suyun hızı yüzeysel sıçrama hızından büyükse akımın bir kısmı tutulur.[11]

Ark tarafında ızgaralı giriş tarafından tutulan cephe akış ($(Q_w)_c$) :

R_f : Cephe akış oranı

K_{cf} : 0,295 sabit

V : arktaki ortalama hız [m/s]

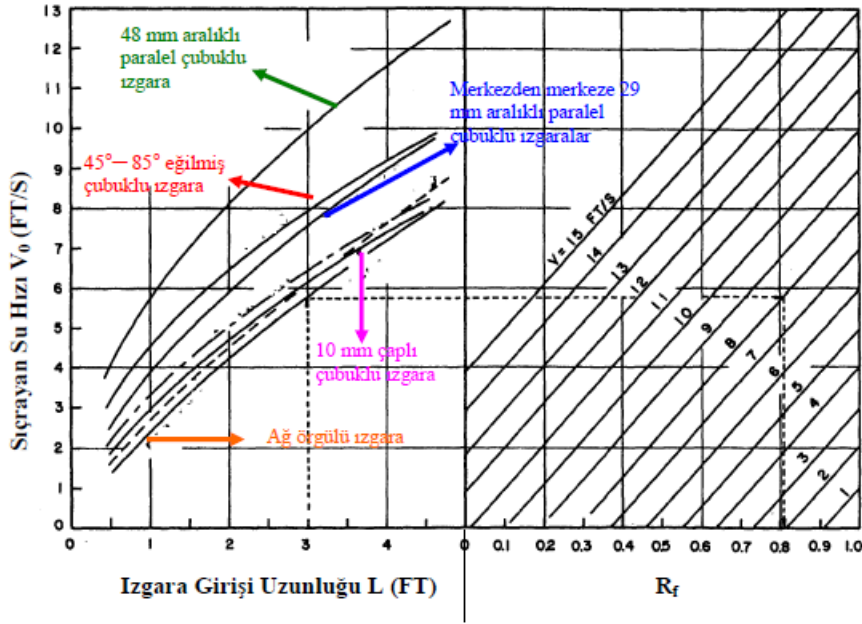
V_0 : Su sıçraması oluştuğunda hız [m/s]

$$(Q_w)_c = R_f \times Q_w \quad (4.28)$$

$$R_f = \begin{cases} 1 - K_{cf}(V - V_0); & V \geq V_0 \\ 1 & ; V < V_0 \end{cases} \quad (4.29)$$

Şekil 23 'te gösterildiği gibi Federal Highway Administration'ın standart ızgara çeşitleri için deneysel çalışmalar sonucu R_f ve V_0 değerlerini bulmak için grafik çıkarılmıştır. Ülkemizde herhangi bir standart ızgara tipi bulunmayıp, piyasadaki

ızgaraların su alma kapasitelerini bulmak için deneysel herhangi bir deneysel çalışma yapılmamıştır.



Şekil 23 : Federal Highway Administration'ın standart ızgara çeşitleri için R_f ve V_0 değerlerini bulmaya yarayan grafik. [16]

Yol tarafında ızgaralı giriş tarafından tutulan cephe akış $(Q_s)_c$:

R_s : Yan akış oranı,

$$(Q_s)_c = R_s \times Q_s \quad (4.30)$$

L_g : Izgara uzunluğu [m]

S_x : Caddenin enine eğimi [m/m]

K_s : 0,0828 ızgara tipine bağlı sabit

$$R_s = \left(1 + \frac{K_s \times V^{1.8}}{S_x \times L_g^{2.3}} \right)^{-1} \quad (4.31)$$

Toplam tutulan debi:

$$Q_c = (Q_w)_c + (Q_s)_c \quad (4.32)$$

$$Q_c = R_f \times Q_w + R_s \times Q_s = Q \times [R_f \times E_0 + R_s \times (1 - E_0)]$$

Verim ise;

$$E = R_f \times E_0 + R_s \times (1 - E_0) \quad (4.33)$$

4.3.2 Çukur yerlerde cadde arkında bırakılan ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı

Izgaralı giriş çukur yerlerde orifis veya savak şeklinde davranacaktır. Hangi şekilde davranacağı ızgaranın açıklığı ve boyutları ile ilgilidir.

Eğer savak davranışında davranırsa;

Q_{gw} : Savak davranışında ızgaralı girişin debi kapasitesi [m^3/s]

C_w : Savak katsayısı (1,66)

P_g : Izgaralı girişin etkili çevresi [m]

d : Su derinliği [m]

$$Q_{gw} = C_w \times P_g \times d^{3/2} \quad (4.34)$$

Eğer orifis davranışında davranırsa;

Q_{gor} : Orifis davranışında ızgaralı girişin debi kapasitesi [m^3/s]

A_g : Izgaralı girişin temiz açıklık alanı [m^2]

g : Yerçekimi ivmesi [m^2/s]

d : Su derinliği [m]

$$Q_{gor} = 0,67 \times A_g \times (2 \times g \times d)^{1/2} \quad (4.35)$$

4.4 Ark ve Bordür Girişlerinin Birlikte Çalıştığı Birleşik Yağmursuyu Girişlerinin(Kombine Girişler) Hidrolik Hesabı

4.4.1 Sürekli eğimli yerlerde kombine yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı

Bordür girişi uzunluğu, ızgaralı giriş uzunluğuna eşitse debi kapasitesi ızgaralı girişten büyük olmadığı kabul edilerek ızgaralı girişlerdeki hesap yöntemi izlenir. Eğer bordür girişi uzunluğu, ızgaralı girişin uzunluğundan büyükse ızgaralı girişten sonraki fazla bordür girişi kapasitesi ve ızgaralı girişin kapasitesinin toplamı, tutulan toplam debi kapasitesini verir.

Hesaplamalar yapılırken, bordür girişinin tuttuğu cephe akışı ızgaralı girişin tuttuğu cephe akışından (Q_w) çıkarılır. [20]

4.4.2 Çukur yerlerde kombine yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı

Eğer bordür girişi uzunluğu, ızgaralı girişin uzunluğundan büyükse, ızgaralı girişi tıkayabilecek döküntü ve sürüntü malzemesini bordür girişince etkili bir şekilde tutarak ızgaraların tıkanmasını engeller.

Savak koşullarında, ızgara ve bordür giriş uzunlukları eşitse yalnız ızgaralı giriş varmış gibi hesap yapılır. Ancak bordür, ızgara girişinden uzunsa savak kapasitesi ızgaralı giriş kapasitesi ile bordür girişinin ızgaradan uzun kısmının kapasitesinin toplamı şeklinde hesaplanır.

P_{wg} : Uygulanabilir ızgaralı giriş savak uzunluğu [m]

L_g : Izgaralı giriş uzunluğu [m]

W_g : Izgaralı giriş genişliği [m]

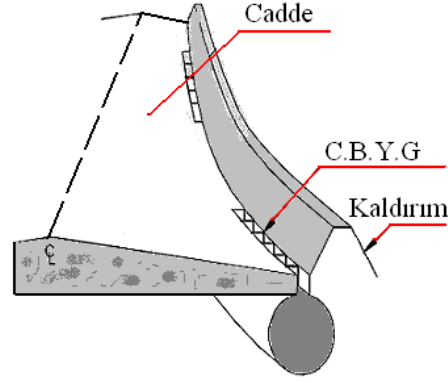
$$P_{wg} = L_g + W_g \quad (4.36)$$

Orifis koşullarında, kombine giriş kapasitesi, ızgaralı ve bordür giriş kapasitelerinin toplamı olacak şekilde hesaplanır. [20]

4.5 Cadde Boyunca Yerleştirilmiş Izgaralı Yağmursuyu Girişlerinin Hidrolik Hesabı

4.5.1 Eğimli yerlerde cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı

Şekil 24'te cadde boyunca yerleştirilen ızgaralı giriş gösterilmiştir. 45 mm genişlikteki cadde boyunca yerleştirilen ızgaralı girişlerin yapılan deneyler sonucu bordür taşında bırakılan girişleri gibi davrandığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı denklem 4.22 kullanılabilir hesaplarda. Fakat eğer genişlik 45 mm'den küçükse denklem 4.23'deki verimlilik hesabı kullanılıp, denklem 4.22'de L yerine 45 mm'den küçük olan genişlik, L_t yerine de 45 mm yazılmalıdır. [21]



Şekil 24 : Cadde boyunca yerleştirilen ızgaralı giriş.

4.5.2 Çukur yerlerde cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı yağmursuyu girişlerinin hidrolik hesabı

Çukur yerlerde 0,06 m'nin altındaki su derinliğinde savak gibi çalışır. Bu derinlik giriş genişliğine bağlıdır. Bu durumdaki debi Q_{sw} ;

Q_{sw} : Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri debi kapasitesi [m^3/s]

L_s : Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri uzunluğu [m]

d : Normal enine eğime bağlı kaldırımdan ölçülen su derinliği ($d=T.S_x$) [m]

C_w : Değeri 1.4 olan savak katsayısını

$$Q_{sw} = C_w \times L_s \times d^{3/2} \quad (4.37)$$

Çukur yerlerde 0,12 m'den büyükse su derinliğinde orifis gibi çalışır. Bu durumdaki debi Q_{sor} ;

Q_{sor} : Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri debi kapasitesi [m^3/s]

L_s : Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri uzunluğu [m]

W_s : Cadde boyunca yerleştirilmiş ızgaralı giriş yeri genişliği [m]

d : Normal enine eğime bağlı kaldırımdan ölçülen su derinliği ($d=T.S_x$) [m]

g : Yerçekimi ivmesi [m/s^2]

$$Q_{sor} = 0,8 \times L_s \times W_s \times (2 \times g \times d)^{1/2} \quad (4.38)$$

4.6 Yağmursuyu Giriş Yerleri İçin Tıkanma Faktörü

Şekil 25'te görüldüğü gibi yağmursuyu giriş yerleri tıkanma etkilerine maruz kalır. Tıkanma faktörünün seçilmesi, caddedeki birikinti ve atık durumunun ne durumda olduğuyla ilgilidir . Yağmur olayı sırasında, yağmur suyu girişleri genellikle ilk yıkama akışı hacmi tarafından pislik yüklenir. Cadde drenajı için yaygın bir uygulama olarak, tek bir ızgaralı yağmursuyu giriş tasarımı için % 50 tıkanma düşünülür ve bordür girişindeki yağmur suyu giriş yerlerinde % 10 tıkanma düşünülür. [25]

Çoğu zaman, caddede yağmur suyu toplamak için birden fazla birim gerekir. Atık, birikinti miktarı yağmur olayında ilk yıkama hacmiyle büyük ölçüde ilişkili olduğundan, çoklu ünite yağmursuyu girişine uygulanan tıkanma faktörü girişin uzunluğuna göre düşürülmelidir. [25]



Şekil 25: Belli bölgeleri tıkanmış ızgaralı giriş yeri.

Çok üniteli bir yağmursuyu giriş yerine tek bir birim tıkanma faktörünü lineer olarak uygulayarak yağmur suyu giriş yeri uzunluğunda aşırı bir artış meydana gelebilir. Örneğin, altı üniteli bir girişe % 50'lik tıkanma faktörü uygulanıyorsa, giriş üç üniteli bir giriş olarak işlev göreceği varsayılacaktır. Gerçekte, yağmursuyu girişinin eğime göre üst kısmı, eğime göre alt kısımlardan daha tıkanmaya hassastır. Aslında, sürekli olarak yağmursuyu debisini % 50 azaltmak caddedeki, geri kalan akışın her zaman % 50'sini terk edecektir. Bu, girişin asla % 100'lük bir yakalanmaya asla ulaşmayacağı ve gereksiz yere uzun yağmur suyu girişlerine yol açtığı anlamına gelir. Bu olguyu gidermek için UDFCD, formül 4.38'i geliştirdi ve bu, birden çok giriş ünitesi birlikte kullanıldığında "bozulmuş" bir tıkanma faktörü hesapladı. Urban

Drainage And Flood Control District (UDFCD) Amerika'nın Colorada Eyalet Meclisi tarafından Denver'daki yerel devlete drenaj ve taşkın kontrolü hakkında yardım etmek amacıyla kurulmuş bir örgütlenmedir. [25]

$$C = \frac{1}{N} (C_0 + eC_0 + e^2C_0 + e^3C_0 + + e^{N-1}C_0) = \frac{C_0}{N} \sum_{i=1}^{i=N} e^{i-1} = \frac{KC_0}{N} \quad (4.39)$$

C : Çok üniteli yağmur suyu giriş yerleri için tıkanma faktörü

C₀ : Tek üniteli yağmur suyu giriş yerleri için tıkanma faktörü

e : Eksilme oranı, tek üniteli ızgaralı giriş yeri için 0, 5, bordür girişli giriş yeri için 0,25

N : Giriş yeri birim sayısı (Bordür girişleri için bordür giriş uzunluğu L'nin beşte biri alınacak.

K : Tıkanma katsayısı

K,tıkanma katsayısı çizelgesi Çizelge 6 'da gösterilmiştir.

Çizelge 6: Tıkanma katsayısı K tablosu.

N for Grate Inlets or (L/5) for Curb-Openings	1	2	3	4	5	6	7	8	>8
K for Grate Inlet	1	1.5	1.75	1.88	1.94	1.97	1.98	1.99	2
K for Curb Opening Inlet	1	1.25	1.31	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33



5. İTÜ AYAZAĞA YERLEŞKESİ ÖRNEĞİNDE YAĞMURSUYU GİRİŞ YERLERİNİN İNCELENMESİ

İnceleme alanı olarak, bir meskun alan olması sebebiyle İTÜ Ayazağa Yerleşkesi seçilmiştir. Ayrıca İTÜ Ayazağa Yerleşkesinin, İstanbul gibi yağmursuyu drenaj yönetiminde problem yaşayan bir meskun alanda olması da önemlidir seçilmesinde. İTÜ Ayazağa Yerleşkesi yaklaşık 200 hektarlık bir alana sahiptir.

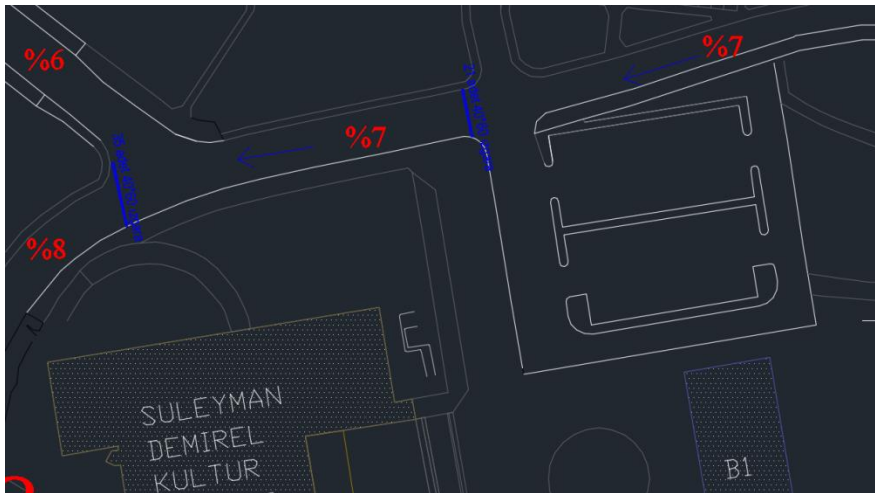
Ek E'de yer alan CD'de .dwg formatlı haritada İTÜ Ayazağa Yerleşkesi haritası bulunmakta olup, haritadaki yollarda bulunan yağmursuyu giriş yerleri, yolların eğimleri ve yolların eğim yönleri gösterilmiştir. Haritadaki yağmursuyu giriş yerleri incelendiğinde hepsinin ızgaralı yağmursuyu giriş yeri olduğu görülmektedir. Ülkemizde ızgaraların su alma kapasitelerini bulmak için deneysel herhangi bir deneysel çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden bu incelememiz ızgaraların debi kapasitelerinin akışa geçen alandaki suyu drene edecek kapasitede olduğunu varsayarak, suyun cadde üzerinde yayılma genişliğinin standartlar içinde kalıp kalmadığını, yağmursuyu giriş yeri olmayan yerlere yağmursuyu giriş yerlerinin ne sıklıkta konulacağı şeklinde olacaktır. Yağış değerlerinin İTÜ Ayazağa Yerleşkesi için uygun olması açısından, Çizelge 7'de DMİ Sarıyer gözlem istasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Yapılan hesaplarda tıkanma faktörü gözönüne alınmamıştır. Sırasıyla aşağıdaki yollardaki yağmursuyu giriş yerlerini inceleyeceğiz:

- Kuzey yolu ile Kültür Merkezi yolunu bağlayan yol
- Kültür Merkezi yolu
- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad.
- Spor Yolu
- Kuzey Yolu
- Ağaçlı Yol
- Park Yolu

- Aaçlı Yol ile Park Yolunu Bağlayan Yollar
- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park yolunu bağlayan yol
- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Golet yolunu bağlayan yol
- Golet Yolu
- Etiler Yolu
- Doğu Yolu
- Teknokent Yolu
- Lojman Yolu

5.1 Kuzey Yolu ile Kültür Merkezi Yolunu Bağlayan Yol:

Şekil 26'da Kuzey yolu ile Kültür merkezi yolunu bağlayan yolun eğimi ve eğim yönü őkildeki gibidir. EK F'de Kuzey Yolu ile Kültür Merkezi Yolunu bağlayan yolun resimleri görülmektedir. Yaklaşık 150 mt olan yolun eğimi %7'dir. Yol boyunca yolun ortasında 21 adet 40*60 ızgara, sonunda 35 adet 40*60 ızgara bulunmaktadır.



Şekil 26: Kuzey yolu ile Kültür Merkezi yolunu bağlayan yol.

- $S_L:0,07$ eğimlik ilk alan için (21 adet 40*60 ızgaraya kadar);

%7 eğimlik yolun uzunluğu 150 mt, 21 adet 40*60 ızgara bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite olduğu varsayılırsa;

Rasyonel Metot denklem 4.1'deki denkleme göre yol yüzeyine düşen yağmur suyu debisi:

$$Q_1 = \frac{(C \times I \times A)}{3600} \quad (4.1)$$

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

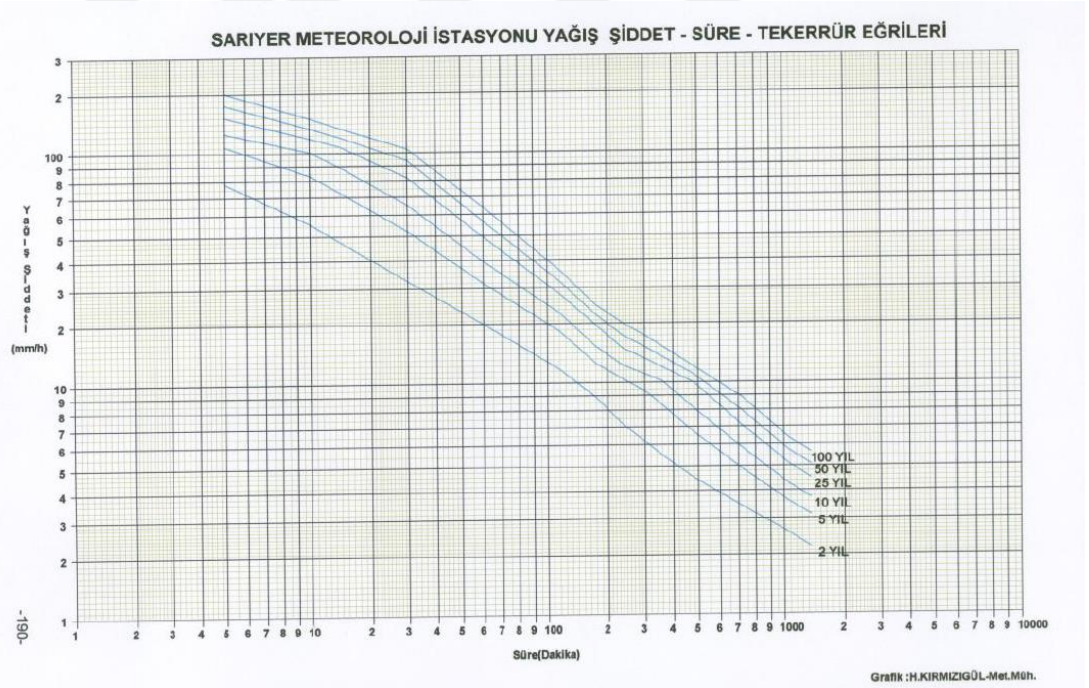
Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 700 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 : 28 lt/s çıkar. (Yolun her iki arkına gelen toplam debi)

Çizelge 7: Sarıyer Meteoroloji İstasyonu Yağış-Şiddet-Süre Tekerrür Eğrileri



Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02 (Yolun her iki tarafındaki enine eğim aynıdır)

S_L : 0,07

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T (Suyun arktaki yayılması) bulunur ve Çizelge 1'deki yayılma değerlerine göre uygunluğu değerlendirilir.

T : 1,14 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $\frac{1}{2}$ şerit olmalı. Yollarımızdaki şeritler yaklaşık 4 mt olduğunda $\frac{1}{2}$ şerit 2 mt olur. $1,14 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L : 0,07 eğimlik ikinci alan için (35 adet 40*60 ızgaraya kadar);

%7 eğimlik yolun uzunluğu 150 mt, 35 adet 40*60 ızgara bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite olduğu varsayılırsa;

Burada proje debisini hesaplarken iki adet debi hesaplayacağız. Birincisi %6'lık eğimli yoldan gelen debi Q_{1a} ile ikincisi ise 35 adetlik ızgaralar ile 21 adetlik ızgaralar arasında kalan alanın debisi Q_{1b}

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A_{1a} : 574 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

A_{1b} : 1150 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_{1a} : 22,96 lt/s

Q_{1b} : 46 lt/s

$$Q_1 = Q_{1a} + Q_{1b}$$

Q_1 : 68,96 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{\frac{5}{3}} \times T^{\frac{8}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

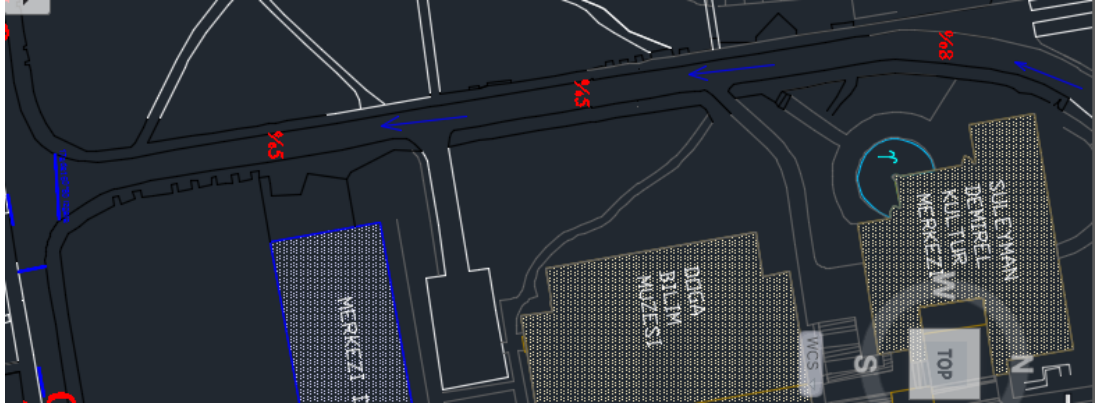
$S_x : 0,02$ (Yolun her iki tarafındaki enine eğim aynıdır)

$S_L : 0,07$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T (Suyun arktaki yayılması) bulunur ve Çizelge 1'deki yayılma değerlerine göre uygunluğu değerlendirilir.

$T : 1,60$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,60 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

5.2 Kültür Merkezi Yolu:



Şekil 27 Kültür Merkezi Yolu

Şekil 26 'da Kültür merkezi yolunun eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. EK G'de Kültür Merkezi Yolu resimleri görülmektedir. Yaklaşık 300 mt olan yolun eğimi %5 ve %8 arasında değişmektedir. Yol boyunca yolun başında 35 adet 40*60 ızgara, sonunda 17 adet 60*80 ızgara bulunmaktadır.

Burada proje debisini hesaplarken iki adet debi hesaplayacağız. Birincisi yolun %8'lik eğimli tarafından gelen debi Q_{1a} ile ikincisi ise %5'lik eğimli tarafından gelen debisi Q_{1b}

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A_{1a} : 1390m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

A_{1b} : 4838 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_{1a} : 55,6 lt/s

Q_{1b} : 193,52 lt/s

$$Q_1 = Q_{1a} + Q_{1b}$$

Q_1 :249,12 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_X : 0,02 (Yolun her iki tarafındaki enine eğim aynıdır)

S_L :0,05

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 2,76 mt çıkar. Yollarımızdaki su yayılma değerimiz olan 2 m'ten büyük olup uygun değildir.

Bu yüzden Kültür merkezi yolu ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.3 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad.:

EK H'de Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi Resimleri görülmektedir. Caddeyi, Doğu yoluna bağlanan taraf ile İnşaat fakültesine doğru olan tarafı olmak üzere ikiye ayıralım.

Doğu yoluna bağlanan taraf:



Şekil 28 : Ord. Bedri Karafakioğlu Cad. Doğu Yoluna bağlanan kısmı

Şekil 27 'de Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi Doğu yoluna bağlanan yolun eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. Yaklaşık 395 mt olan yolun eğimi %3, %4 ve %5 arasında değişmektedir. Yol boyunca sonuna doğru yönünün sol arkında 8,5 mt*0,5 mt boyutlarında bir adet boyuna ızgara olup onu yaklaşık 25 mt takiben yolu enine kesecek şekilde 9 adet 60*80 boyutlarında ızgara bulunmaktadır.

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 5538 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :166,14 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{\frac{5}{3}} \times T^{\frac{8}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

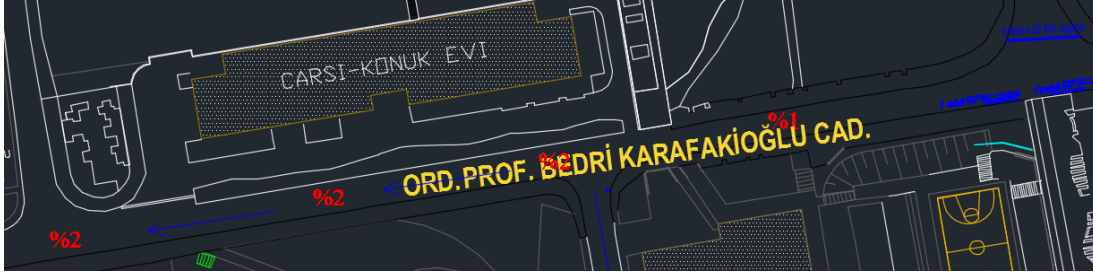
S_x : 0,02 (Yolun her iki tarafındaki enine eğim aynıdır)

S_L :0,04 (Ortalama)

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 2,48 mt çıkar. Yollarımızdaki su yayılma değerimiz olan 2 m'ten büyük olup uygun değildir.

Ord. Prof Bedri Karafakioğlu Caddesinin Doğu yoluna bağlanan tarafının başına ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

İnşaat fakültesine doğru taraf:



Şekil 29: Ord. Bedri Karafakioğlu Cad. İnşaat Fakültesi tarafı kısmı

Şekil 28 'de Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi İnşaat fakültesi tarafı yolunun eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. Yaklaşık 295 mt olan yolun eğimi %1 ve %2 arasında değişmektedir. Yol boyunca yolun başında sadece bir arkında yer alan 7 adet 60*80 ızgara haricinde hiç bir yağmursuyu giriş yeri yapısı bulunmamaktadır.

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 3250m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :89,38 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02 (Yolun her iki tarafındaki enine eğim aynıdır)

S_L :0,02 (Ortalama)

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 2,24$ mt çıkar. Yollarımızdaki su yayılma değerimiz olan 2 m'ten büyük olup uygun değildir.

Ord. Prof Bedri Karafakioğlu Caddesinin inşaat fakültesi tarafındaki kısmında yolun başına sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.4 Spor Yolu:



Şekil 30: Spor Yolu

Şekil 29 'da Spor yolunun eğimi ve ızgaraları şekildeki gibidir. EK I'da Spor Yolu resimleri görülmektedir. Yol boyunca yolun başından itibaren sağ arka yaklaşık 38 mt aralıklarla 60*60 ızgaralı giriş yerleri ve yolun sonunda yolu enine kesecek şekilde 15 adet 40*60 ızgara bulunmaktadır. Yolun eğimi %1 lerden başlayıp %3, %5, %6 ve %10'a çıkıp en son %7'ye inmektedir.

- $S_L:0,01$ için iki 60*60 ızgara arası mesafe için

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 15$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 110$ mm/saat (Çizelge 7)

$A : 380$ m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1:10,45$ lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,01$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,14$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,14 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L : 0,03$ için iki 60×60 ızgara arası mesafe için

$Q_1 : \text{Proje debisi [lt/s]}$

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 10 \text{ dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 120 \text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 380 \text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1 : 11,4 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,03$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 0,89$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $0,89 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,05$ için iki 60*60 ızgara arası mesafe için

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 380 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :15,2 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,05

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 0,97 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 0,97 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,06$ için iki 60*60 ızgara arası mesafe için

Q_1 :15,2 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,06

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 0,94$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $0,94 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,07$ için iki $60*60$ ızgara arası mesafe için

$Q_1:15,2 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,07$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 0,78$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $0,78 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,10$ için iki $60*60$ ızgara arası mesafe için

$Q_1:15,2 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,10$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 0,85$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $0,85 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

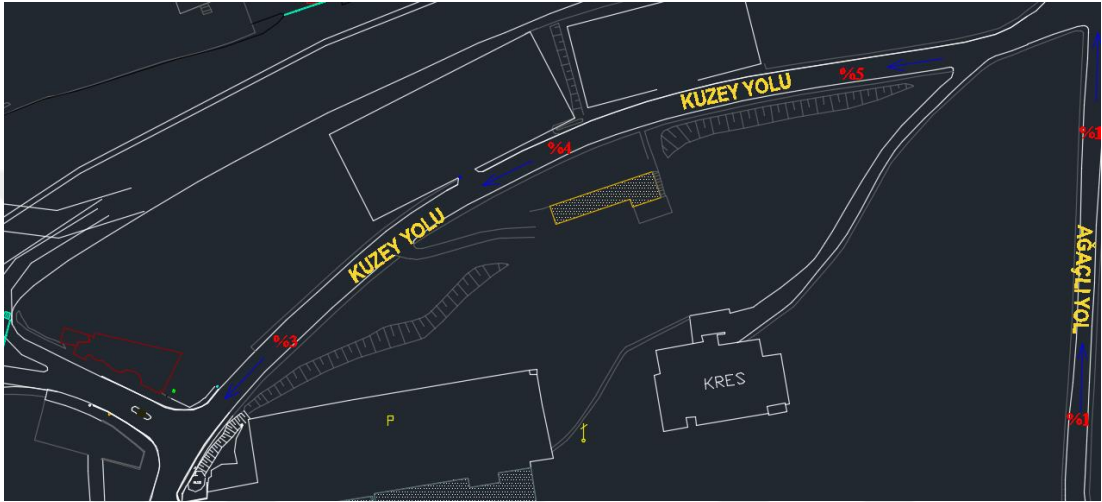
Spor yolunda yolun Gölet yoluna bağlanan sonu hariç yaklaşık 440 mtlik yol boyunca sadece sağ arkta ızgaralar bulunmaktadır. Sağ arkta bulunan ızgaraların sol

arka bakan taraflarına arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.5 Kuzey Yolu:

EK J'de Kuzey Yolu resimleri görülmektedir. Kuzey Yolunu haritaya göre sol kısım, orta kısım ve sağ kısım olmak üzere üç parçaya ayırıp inceleyeceğiz.

Kuzey Yolu Sol Kısım;



Şekil 31: Kuzey yolu sol kısım

Şekil 30'ta görüldüğü gibi Kuzey yolu sol kısım Gölet yolu başından başlayıp ağaçlı yol başına kadar olan kısım olup eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. Yaklaşık 300 mt olan yolun eğimi %3, %4 ve %5 eğimlerine göre değişmektedir. Yol boyunca hiçbir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır.

- S_L : 0,03 eğimlik alan için;

%3 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %3 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1050 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:31,5 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,03

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,40 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,40 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,04 eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %4 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q₁:31,5 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,04

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,32 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,32 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,05$ eğimlik alan için;

%5 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %5 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1050 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :42 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_X : 0,02

S_L :0,05

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,42 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,42 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Kuzey yolu sol kısmında yolun başına, sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

Kuzey Yolu Orta Kısım;



Şekil 32: Kuzey Yolu orta kısım

Şekil 31’de görüldüğü gibi Kuzey yolu orta kısım Ağaçlı yol başından başlayıp Kültür merkezi yolu başına kadar olan kısım olup eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. Yaklaşık 335 mt olan yolun eğimi %9, %0,5 ve %6 eğimlerine göre değişmektedir. Yolun belli bölgelerinde sağ ve sol arklarda yaklaşık 80 mt arayla 60*60 ızgaralar görülmektedir.

- S_L :0,09 eğimlik alan için;

%9 eğimlik yolun uzunluğu 80 mt, %9 eğimlik yolun başında ve sonunda (bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite olduğu varsayımıyla) ızgaralar vardır;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 880 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :35,2 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,09

Burada Q_1 ’in yarısı Q_2 ’ye eşitlenerek T : 1,20 mt çıkar. Çizelge 1’e göre su yayılma değerimiz 1,20 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,005$ eğimlik alan için;

%0,5 eğimlik yolun uzunluğu 160 mt, %0,5 eğimlik yolun başında ve sonunda ortasında (bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite olduğu varsayımıyla) ızgaralar vardır;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 880 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)(%0,5 lik yolun yarısını alanı)

Q_1 :35,2 lt/s

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_X : 0,02

S_L :0,005

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 2,0 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 2,0 mt'e eşit olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,06$ eğimlik alan için;

% 6 eğimlik yolun uzunluğu 95 mt, yolun bu kısmı üzerinde hiçbir yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır. O yüzden % 6 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1045 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁ :41,8 lt/s

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,06

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,37 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,37 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Kuzey yolu orta kısımda yolun %0,5 eğimli alanı ile %6 eğimli alanının birleştiği yere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

Kuzey Yolu Sağ Kısım;



Şekil 33: Kuzey yolu sağ kısım

Şekil 32'de görüldüğü gibi Kuzey yolu sağ kısım Kültür merkezi yolu başından başlayıp Enerji Enstitüsüne kadar olan kısım olup eğimi ve eğim yönü şekildeki gibidir. Yaklaşık 380 mt olan yolun eğimi % 2 olup bazı bölgelerde eğim yönü değişmektedir. Yol boyunca hiçbir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır.

- $S_L:0,02$ eğimlik alan (Eğim yönü için Sosyal merkez yönüne doğru alan)için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 240 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 3840 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :105,6 lt/s çıkar.

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_X : 0,02

S_L :0,02

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 2,38 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 2,38mt > 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygun değildir. O yüzden $T=2$ 'yi alarak hesap yaptığımızda; yol boyunca en fazla 75 mt'de bir sağ ve sol arkta bulundukları oluklardaki suları alabilecek kapasite ızgaralar konulmalıdır.

- $S_L:0,02$ eğimlik alan (Eğim yönü Enerji Enstitüsü'ne doğru alan)için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 140 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 2240 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:61,6 lt/s çıkar.

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

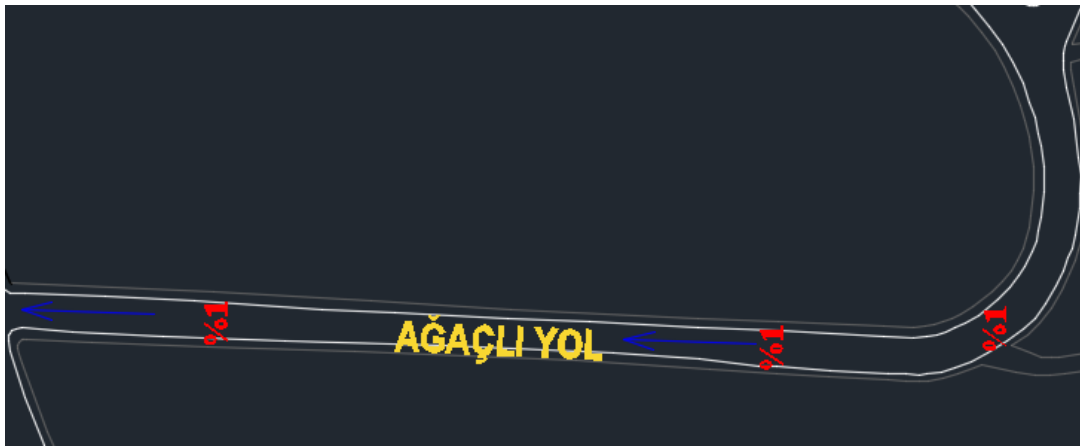
S_x: 0,02

S_L :0,02

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,95 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,95 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Kuzey yolu sağ kısmında yolun başına, sonuna, ortasında eğim yönünün değiştiği yere ve eğim yönü Sosyal merkez yoluna doğru olan %2 eğimli alanın ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.6 Ağaçlı Yol:



Şekil 34: Ağaçlı yol

Şekil 33’de Ağaçlı yolun eğimi ve eğim yönü görülmektedir. EK K’da Ağaçlı Yol resmi görülmektedir. Yaklaşık 220 mt olan Ağaçlı yol, yolun eğimi % 1’dir. Yol boyunca hiçbir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır.

Yolun başına, ortasına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 935 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :25,71 lt/s çıkar.

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

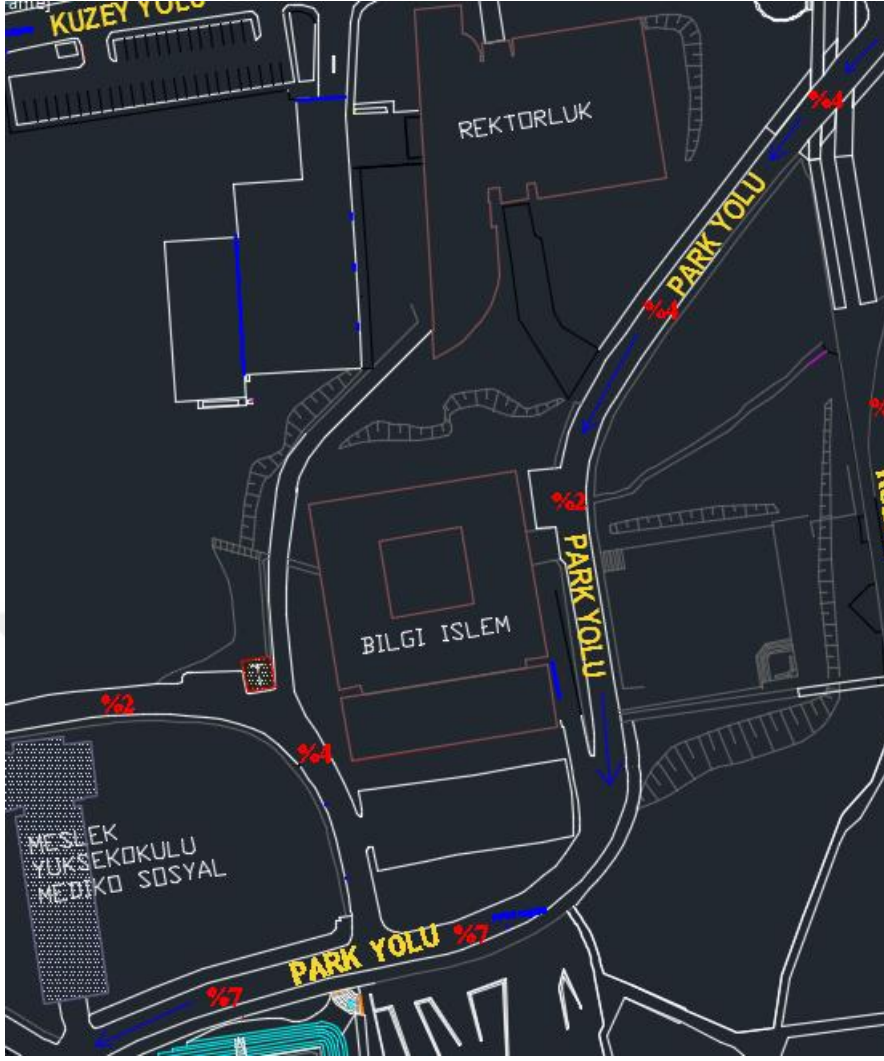
S_L :0,01

Burada Q_1 ’in yarısı Q_2 ’ye eşitlenerek T : 1,60 mt çıkar. Çizelge 1’e göre su yayılma değeri 1,60 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Ağaçlı yolun başına sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.7 Park Yolu:

Şekil 34’te Park yolu eğimi ve eğim yönleri şekildeki gibidir. EK L’de Park Yolu resimleri görülmektedir. Yaklaşık 345 mt olan yolun eğimi %2, %4 ve %7 eğimlerine göre değişmektedir. Yol boyunca sadece bir yerde tek arkta 70*50 ızgaralı yağmursuyu giriş yeri bulunmaktadır.



Şekil 35: Park Yolu

- $S_L: 0,07$ eğimlik alan için;

%7 eğimlik yolun uzunluğu 130 mt'dir. Park yolunun başından yaklaşık 95 mt sonra sağ arkta bir adet 70*50 ızgara bulunmaktadır. 70*50 ızgaranın bulunduğu yerin karşı arkında da ızgara olacağını varsayarak ve %7 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 950 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:38 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,07

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,28 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,28 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,02 eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 95 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q₁:26,125 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.8)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,04

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,41 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,41 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 120 mt, %4 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1200 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :36 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,04

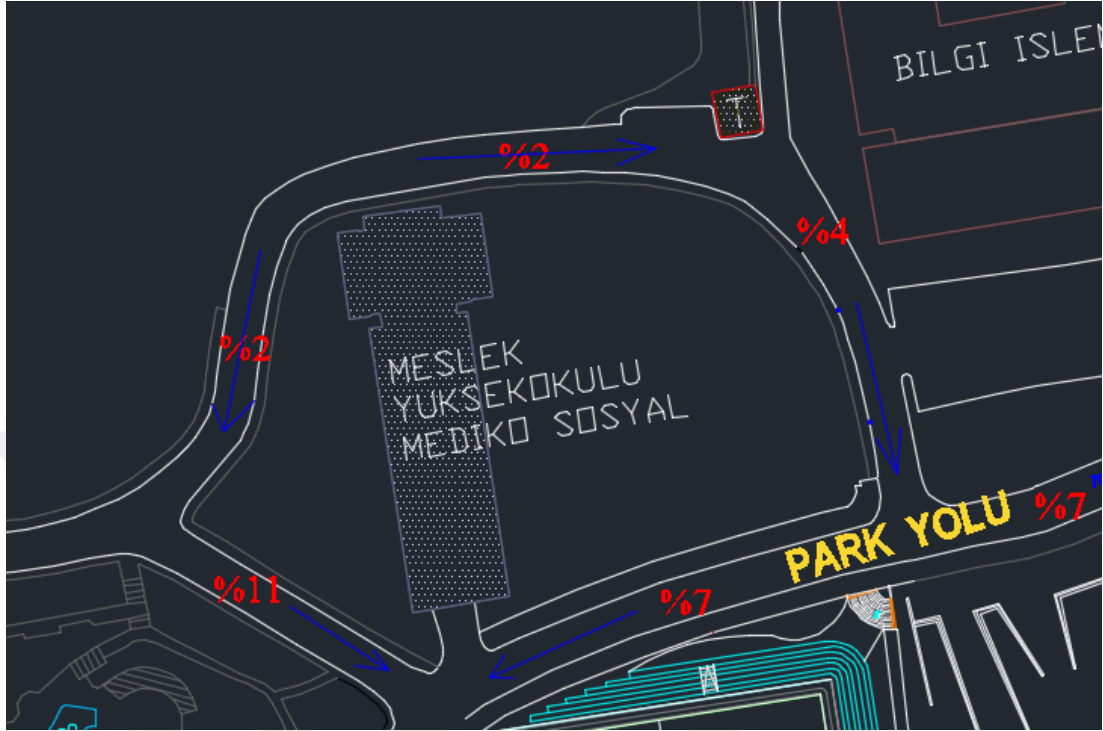
Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,40 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,40 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Park yolunun başına, sonuna ve başıyla sonu arasında eğimin değiştiği yerlere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.8 Ağaçlı Yol ile Park Yolunu Bağlayan Yollar

Şekil 35'te Ağaçlı yol ile Park yolunu bağlayan, biri meslek yüksekokulunun üstünden biri altından olan iki yolun eğimi ve eğim yönleri şekildeki gibidir. EK M: Ağaçlı Yol ile Park Yolunu bağlayan yolların resimleri görülmektedir. Meslek yüksekokulunun üstündeki yol yaklaşık 180 mt olup, yolun eğimi %2 ve %4 eğimlerine göre değişmektedir. Yol boyunca sadece tek arka 2 tane 50*40 ızgaralı

yağmursuyu giriş yeri bulunmaktadır. Meslek yüksekokulunun altındaki yol yaklaşık 50 mt olup, yolun eğimi %11'dir. Yol boyunca hiçbir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır.



Şekil 36: Ağaçlı yol ile Park yolunu bağlayan yollar

Meslek yüksekokulunun üstündeki yol;

Yolun Park yoluna bağlanan tarafının son 30 mtsinin başında ve ortasında %4 eğimde sağ arkta birer tane 50*40 ızgara bulunmaktadır.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 60 mt, %4 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 480 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:14,4 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L:0,04

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,0 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,0 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,02 eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 60 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 480 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:13,2 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

$S_L : 0,02$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,1$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,1 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Meslek yüksekokulunun altındaki yol;

- $S_L : 0,11$ eğimlik alan için;

%11 eğimlik yolun uzunluğu 60 mt, %11 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160$ mm/saat (Çizelge 7)

$A : 425 \text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1 : 17$ lt/s çıkar

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 0,87$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $0,87 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Ağaçlı yol ile Park yolunu bağlayan yollardan Meslek yüksekokulunun altındaki yolun sadece başına, üstündeki yolunda başına, sonuna ve eğim yönünün değiştiği yere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.9 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park Yolunu Bağlayan Yol

Şekil 37'de Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park yolunu bağlayan yolun eğimi ve eğim yönleri şekildeki gibidir. EK N'de Ord.Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Park Yolunu bağlayan yolun resmi görülmektedir. Yol yaklaşık 135 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %7,5'dir. Yol boyunca hiçbir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmaktadır.



Şekil 37: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Park yolunu bağlayan yol

%7,5 eğimlik yolun uzunluğu 135 mt, % 7,5 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

Q_1 : Proje debisi [lt/s]

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1350 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 :54 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{\frac{5}{3}} \times T^{\frac{8}{3}} \times S_L^{\frac{1}{2}} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,075$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,45$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,45 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Park yolunu bağlayan yolun sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.10 Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Gölet Yolunu Bağlayan Yol



Şekil 38: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Gölet yolunu bağlayan yol

Şekil 37'de Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. ile Gölet yolunu bağlayan yolun eğimi ve eğim yönleri şekildeki gibidir. Yol yaklaşık 260 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %3 ve %5 olarak değişmektedir. Yol boyunca hiç bir yerde yağmursuyu giriş yeri bulunmamaktadır.

- $S_L:0,03$ eğimlik alan için;

%3 eğimlik yolun uzunluğu 60 mt, %3 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1200 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 : 36 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,03

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,47 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,47 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,05$ eğimlik alan için;

%5 eğimlik yolun uzunluğu 200 mt, %5 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1700 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁:68 lt/s çıkar

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,7 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,7 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Gölet yolunu bağlayan yolun ortasına ve %5 eğimli yerin sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.11 Gölet Yolu

EK E'de yer alan dwg formatlı haritada görüldüğü gibi Kuzey yolu başından başlayıp Gölet e ulaşınca kadar tüm yol Gölet yoludur. EK O'da Gölet Yolu resimleri görülmektedir. Gölet yolu eğimi ve eğim yönleri ekteki haritadır. Yol yaklaşık 1538 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %0,5 ile %6 arasında değişmektedir. Yol boyunca belli yerlerde (ekteki harita yerleri gösterilmiştir) yağmursuyu giriş yerleri bulunmaktadır. Gölet yolu çok uzun olduğundan ikiye ayırıp inceleyeceğiz. Böylece Etiler yolu ayrımına kadar Gölet yolu 1, Etiler yolu ayrımından sonrakini Gölet yolu 2 diye adlandıracağız.

Gölet yolu 1:

- S_L:0,02 eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 80 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 760 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 20,9 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,02$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,30$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,30 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L : 0,06$ eğimlik alan için;

%6 eğimlik yolun uzunluğu 113 mt, %6 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5 \text{ dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160 \text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 1073 \text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1 : 42,94 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,06$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,38$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,38 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,03$ eğimlik alan için;

%3 eğimlik yolun uzunluğu 117 mt, %3 eğimlik yolun sonunda 13 adet 40*60 ızgaralar vardır, başına hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 10$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 120$ mm/saat (Çizelge 7)

$A : 1111$ m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1: 33,35$ lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,03$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,43$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,43$ mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 255 mt, %4 eğimlik yolun başında 13 adet 40*60 ızgaralar ve sonunda 15 adet 60*50 ızgaralar vardır. Bunlar bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılırsa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 10$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 2422m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 72,67 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,04

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,81 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,81 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,02 eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 268,5 mt, %2 eğimlik yolun başında 15 adet 60*50 ızgaralar ve sonunda Etiler yolunun başındaki 15 adet 60*60 ızgaralar vardır. Bunlar bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılarak;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 2361m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 64,93 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,04$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,98$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,98 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Gölet yolu 1'in başına ve %6 eğimli alanın ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

Gölet yolu 2:

- $S_L:0,05$ eğimlik alan için;

%5 eğimlik yolun uzunluğu 122 mt, %5 eğimlik yolun ortasında 22 adet 40*60 ızgara var, yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5\text{dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160 \text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 610\text{m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı) (Yolun yarısının alanı)

$Q_1: 24,44 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,05$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,16$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,16 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 180 mt, %4 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : $1800m^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı) (Yolun yarısının alanı)

Q_1 : 54 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,04

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,63 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,63 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,02$ eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 50 mt, %2 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 500m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 13,75 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,02

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 0,97mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 0,97 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur. Bu yüzden önceki %4 eğimlik kısmın sonuna konulacak ızgarayı %2 lik yolun sonuna koyarsak

Q₁: 13,75 lt/s+54 lt/s=67,75 lt/sn T=2 çıkar, uygun olur.

- S_L:0,01 eğimlik alan için;(%0,05 eğimlik alanda bu alana katılmıştır)

%1 eğimlik yolun uzunluğu 360 mt, %1 eğimlik yolun başına, ortasına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1710 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı) (Yolun yarısının alanı)

Q₁: 13,75 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,01$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 2,0\text{mt}$ çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $2,0\text{ mt} < 2\text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Gölet yolu 2'nin başına, sonuna ve ortasında $\%0,05$ eğimli alan ile $\%2$ eğimli alanın birleştiği yere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.12 Etiler Yolu

EK E'de yer alan dwg formatlı haritada görüldüğü gibi Gölet yolu 1 başından başlayıp haritanın en güneyindeki yoldur. EK P'de Etiler Yolu resmi görülmektedir. Etiler yolu eğimi ve eğim yönleri ekteki haritadır. Yol yaklaşık 960 mt olup, yolun eğimi yaklaşık $\%4$ ile $\%5$ arasında değişmektedir. Yolun başında 15 adet $60*60$ ızgaralar, $100\text{-}140\text{ mt}$ arayla yolun sağ arkında sıralanmış toplam 5 adet $60*60$ ızgara ve yolun sonunda 40 adet $60*50$ ızgara bulunmaktadır.

- $S_L:0,05$ eğimlik alan için;

$\%5$ eğimlik eğimde en uzun iki ızgara arası uzaklık 115 mt , yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılarak ;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5\text{ dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160\text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 2070\text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1: 82,8\text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_X: 0,02$

$S_L :0,05$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,83$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,83 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik alan içinde $60*60$ ızgaralar arası en uzun aralık 140 mt ve yolun son kısmında iki ızgara arası en uzun mesafe bulunmaktadır. ızgaralar (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılırsa;

$60*60$ ızgaralar arası en uzun aralık 140 mt için hesap:

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 10 \text{ dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 120 \text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 1073 \text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1: 75,6 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_X: 0,02$

$S_L :0,04$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,84$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,84 \text{ mt} < 2 \text{ mt}$ olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- Yolun son kısmında iki ızgara arası en uzun mesafe 320 mt bulunmaktadır

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 10 \text{ dk}$ (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 120 \text{ mm/saat}$ (Çizelge 7)

$A : 5760 \text{ m}^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1: 172,8 \text{ lt/s}$ çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L :0,04$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 2,51$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygun değildir.

Bu yüzden Etiler yolunda, yolun sağ kısmında yer alan tüm $60*60$ ızgaraların sol arka bakan taraflarına arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalı ve yolun sonundaki 40 tane $60*50$ ızgaradan 160 mt önce sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.13 Doğu Yolu

EK E'de yer alan dwg formatlı haritada görüldüğü gibi Kuzey yolu sağ kısmında başından başlayıp Gölet yolu 2'ye bağlanan yoldur Doğu yolu. EK R'de Doğu Yolu resimleri görülmektedir. Doğu yolu eğimi ve eğim yönleri ekteki haritadır. Yol yaklaşık 1025 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %1 ile %10 arasında değişmektedir. Yol

boyunca belli yerlerde (ekteki harita yerleri gösterilmiştir) yağmursuyu giriş yerleri bulunmaktadır.

Doğu Yolunun başından Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu caddesi ile kesiştiği yere kadar yol için;

- S_L :0,05 eğimlik alan için (yaklaşık olarak);

%5 eğimlik yolun uzunluğu 282mt, %5 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 2820 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 : 112,8 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,05

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 2 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu caddesi ile kesiştiği yerden Gölet yoluna kadar yol için;

- $S_L:0,06$ eğimlik alan için;

%6 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %6 eğimlik yolun başında 15 adet 60*50 ızgara var ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1000 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 : 40 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,06

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,35 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,35 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- $S_L:0,04$ eğimlik alan için;

%4 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %4 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1000 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 30 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,04

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,30 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,30 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,02 eğimlik alan için;

%2 eğimlik yolun uzunluğu 57mt, %2 eğimlik sonunda 17 adet 60*50 ızgaralar var başına da (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3) sonunda 17 adet 60*50 ızgaralar var başına da (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 570 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 15,68 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_X^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,02

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,16 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,16 mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- 17 adet 60*50 ızgaralar ile 16 adet 60*50 ızgaralar arasında kalan yolun 70 metresi %10 eğim 50 metresi %1 eğimdedir. Bu yollar için başındaki ve sonundaki ızgaraların hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite oldukları düşünülürse yayılma genişliği uygundur. (Yolun hepsinin eğiminin %1 olduğu düşünülse dahi T=1.75 çıkıyor. Yolun yarısından fazlasının eğimi %1 olduğuna göre T , 1,75'ten küçük çıkar.

- S_L:0,01 eğimlik alan için;

%1 eğimlik yolun uzunluğu 170 mt, %1 eğimlik yolun başında 16 adet 60*50 ızgaralar ve sonunda 20 adet 60*50 ızgaralar vardır. Bunlar bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılarak;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 2380m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 65,45 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

$S_L : 0,01$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 2,26$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygun değildir.

- $S_L : 0,07$ eğimlik alan için;

%7 eğimlik yolun uzunluğu 187 mt, %7 eğimlik yolun sadece başında 20 adet 60*50 ızgaralar vardır. Sonunda ızgaralar olduğu düşünülüp bunların bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar olduğu varsayılarak;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160$ mm/saat (Çizelge 7)

$A : 2618m^2$ (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1 : 104,72$ lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x : 0,02$

$S_L : 0,07$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,88$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,88 < 2$ mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Doğu Yolunun Kuzey Yolu ile keşiştiği yerden Ord.Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. İle keşiştiği yere kadar olan kısmın başına ve sonuna, Ord. .Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. İle keşiştiği yerden sonraki kısımda %4 eğimlik yerine ortasına, 16 adet 60*50 ızgaralar ile 20 adet 60*50 ızgaralar arasında kalan %1 eğimlik alanında ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.14 Teknokent Yolu

Şekil 38’de Teknokent yolunun eğimi ve eğim yönleri şekildeki gibidir. EK S’de Teknokent Yolu resmi görülmektedir. Yol yaklaşık 170 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %2 ile %8 arasında değişmektedir. Eğim yönü her iki uçtan ortaya doğrudur. Yol boyunca yolun orta kesimine yakın 11 adet 60*60 ızgara bulunmaktadır.

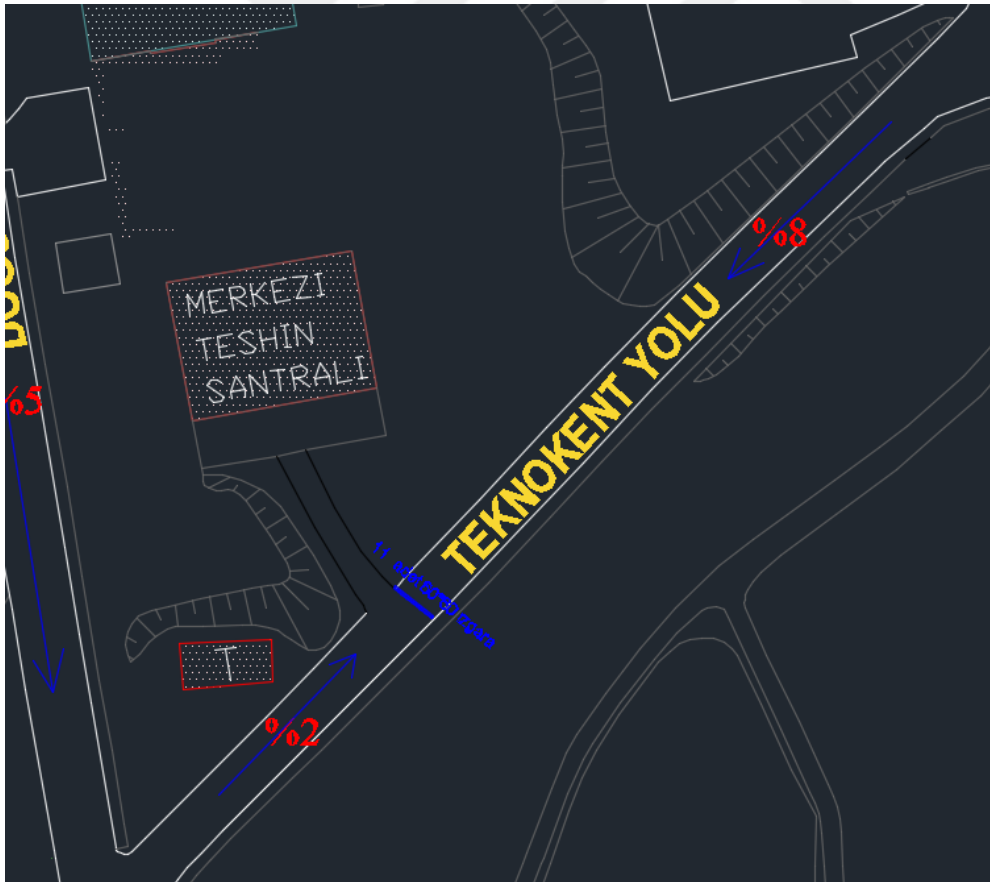
S_L : 0,02 eğimlik alan için (yaklaşık olarak);

%2 eğimlik yolun uzunluğu 58 mt, %2 eğimlik yolun sonunda 11 adet 60*60 ızgaralar var başına da (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 15 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)



Şekil 39: Teknokent yolu

I : 110 mm/saat (Çizelge 7)

A : 522 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 14,36 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x: 0,02

S_L :0,02

Burada Q₁'in yarısı Q₂'ye eşitlenerek T : 1,13 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz 1,13< 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

- S_L:0,08 eğimlik alan için (yaklaşık olarak);

%8 eğimlik yolun uzunluğu 112 mt, %8 eğimlik yolun sonunda 11 adet 60*60 ızgaralar var başına da (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 5 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 160 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1008 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q₁: 40,32 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

S_L :0,08

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek T : 1,28 mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,28 < 2$ mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Teknokent yolunun başına ve sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

5.15 Lojman Yolu

EK E'de yer alan dwg formatlı haritada görüldüğü gibi yerleşkesinin lojmanlara ulaşımını sağlayan yoldur. EK T'de Lojman Yolu resmi görülmektedir. Lojman yolu eğimi ve eğim yönleri ekteki haritadır. Yol yaklaşık 742 mt olup, yolun eğimi yaklaşık %3 ile %12 arasında değişmektedir. Yol boyunca hiçbir yerde yerlerde yağmursuyu giriş yerleri bulunmamaktadır.

- S_L :0,03 eğimlik alan için (yaklaşık olarak);

%3 eğimlik yolun uzunluğu 308 mt, %3 eğimlik yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

C : 0,90 (Çizelge 3)

T_e : 10 dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

I : 120 mm/saat (Çizelge 7)

A : 1000 m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

Q_1 : 60 lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.8)$$

K_G : 0,376

n : 0,015 (Çizelge 2)

S_x : 0,02

$S_L : 0,03$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,79$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,79 < 2$ mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

%4 ve %8 değişen eğimlere sahip alan toplam yaklaşık 300 mt uzunluktadır. Önceki hesaplamamızda aynı yolun %3 eğimli 308 mt uzunluktaki kısmında $T=1,78$ çıktığına göre %4 ve %8 değişen eğimlere sahip kısımda T daha çıkacaktır. Bu yüzden yolun başına ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulabilir.

- $S_L: 0,12$ eğimlik alan için;

%6 eğimlik yolun uzunluğu 100 mt, %6 eğimlik yolun başında 15 adet 60*50 ızgara var ve sonuna (hem sağ ve hem sol ark için) bulundukları oluktaki suların hepsini alacak kapasite ızgaralar konulursa;

$C : 0,90$ (Çizelge 3)

$T_e : 5$ dk (Çizelge 4)

Frekans: 25 yıl (Çizelge 5)

$I : 160$ mm/saat (Çizelge 7)

$A : 1156$ m² (Kaldırım alanları +Yol alanı)

$Q_1: 46,24$ lt/s çıkar

Ark kapasitesi;

$$Q_2 = \frac{K_G}{n} \times S_x^{5/3} \times T^{8/3} \times S_L^{1/2} \quad (4.9)$$

$K_G : 0,376$

$n : 0,015$ (Çizelge 2)

$S_x: 0,02$

$S_L : 0,12$

Burada Q_1 'in yarısı Q_2 'ye eşitlenerek $T : 1,25$ mt çıkar. Çizelge 1'e göre su yayılma değerimiz $1,25$ mt < 2 mt olduğundan T yayılma genişliği uygundur.

Lojman yolunun başına, sonuna, %3 eğimli kısmın sonuna, %8 eğimli kısmın sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmalar ve hesaplamalar sonucunda:

- FHWA'nın, Karayolları Tasarım El Kitabı'nda yer alan minimum tasarım frekansı tablosuna göre daha detaylı bir tabloya sahip olduğu görülmektedir. Buna göre Karayolları Tasarım El Kitabı sahip olduğu tabloyu daha da detaylandırarak yeni yapılacak tasarımlar için daha emniyetli ve ekonomik projelerin yapılmasına imkan sağlayabilir.
- Türkiyede tip ızgara çeşitleri bulunmamakla birlikte ve tasarım el kitabında ve üretici firmalarda piyasada bulunan ızgaralara ait debi kapasitesi bulunmamaktadır. Bu konudaki deneysel çalışmalarda Türkiye'de yok denecek kadar azdır. Bu konuda veriye sahip olmamak, yeterli, güvenli ve ekonomik yağmursuyu drenajı yapılamamacayağını gösterir.
- Karayolları Tasarım El Kitabı'nda yer alan toplanma zamanı tablosu belli eğim aralıklarında toplanma zamanını sabit kılmış olup yağmur suyunun alacağı mesafe ve yol aldığı yüzeyin manning pürüzlülük katsayısı dikkate alınmamıştır. Bu yüzden bu tablodaki oluşacak toplanma zamanı ile gerçekte oluşacak toplanma zamanları arasında büyük farklar ortaya çıkabilir.
- Karayolları Tasarım El Kitabı'nda ızgaraların tıkanma faktörüyle ilgili herhangi bir kriter olmadığı görülmüş olup emniyetli bir drenaj için tıkanma faktörünün gözardı edilmemesi gerekmektedir.

İTÜ Ayazağa Yerleşkesinde yapılan incelemeler sonucunda mevcut yollarda bulunan ızgaralı yağmursuyu giriş yerlerinin yetersiz olduğu görülmüş olup, yeterli olması için yollarda ızgaraların konulması gereken yerler ile ilgili öneriler aşağıda belirtilmiştir:

- Kültür merkezi yolu ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesinin Doğu yoluna bağlanan tarafının başına ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır. Aynı caddenin inşaat fakültesi tarafındaki kısmında da yolun başına sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Spor yolunda yolun Gölet yoluna bağlanan sonu hariç yol boyunca sadece sağ arkta ızgaralar bulunmaktadır. Sağ arkta bulunan ızgaraların sol arka bakan taraflarına arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Kuzey yolu sol kısmında yolun başına, sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Kuzey yolu orta kısımda yolun %0,5 eğimli alanı ile %6 eğimli alanının birleştiği yere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Kuzey yolu sağ kısmında yolun başına, sonuna, ortasında eğim yönünün değiştiği yere ve eğim yönü Sosyal merkez yoluna doğru olan %2 eğimli alanın ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Ağaçlı yolun başına sonuna ve ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Park yolunun başına, sonuna ve başıyla sonu arasında eğimin değiştiği yerlere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Ağaçlı yol ile Park yolunu bağlayan yollardan Meslek yüksekokulunun altındaki yolun sadece başına, üstündeki yolunda başına, sonuna ve eğim yönünün değiştiği yere sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Park yolunu bağlayan yolun sonuna sağ ve ile sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.

- Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Gölet yolunu bağlayan yolun ortasına ve %5 eğimli yerin sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Gölet yolu 1'in başına ve %6 eğimli alanın ortasına ile sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Gölet yolu 2'nin başına, sonuna ve ortasında %0,05 eğimli alan ile %2 eğimli alanın birleştiği yere ile sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Etiler yolunda, yolun sağ kısmında yer alan tüm 60*60 ızgaraların sol arka bakan taraflarına arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalı ve yolun sonundaki 40 tane 60*50 ızgaradan 160 mt önce sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Doğu Yolunun Ord.Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. İle keşititiği yere kadar olan kısmın başına ve sonuna, Ord. .Prof. Bedri Karafakioğlu Cad. İle keşititiği yerden sonraki kısımda %4 eğimlik yerine ortasına, 16 adet 60*50 ızgaralar ile 20 adet 60*50 ızgaralar arasında kalan %1 eğimlik alanında ortasına sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Teknokent yolunun başına ve sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Lojman yolunun başına, sonuna, %3 eğimli kısmın sonuna, %8 eğimli kısmın sonuna sağ ve sol arklara arktaki yağmursularını alabilecek kapasitede ızgaralar konulmalıdır.
- Ayrıca genel olarak İTÜ Ayazağa Yerleşkesi'nde bulunan ızgaraların yerleştiriliş durumu incelendiğinde yolu dikey kesecek şekilde baştan sona sıralı konulduğu görülüyor. Bu durumda ark derinliğinin az olduğu yerlerde bulunan ızgaraların verimsiz olacağından fazla sayıda gereksiz yere ızgara konulmuş olur. Kısacası ekonomik olmayacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **Uyumaz, A.**, 1991. Yağmursuyu Drenajı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
- [2] **Muslu, Y.**, 1993. Hidroloji ve Meskun Bölge Drenajı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- [3] **Gibb Anglian, Nippon Koei.** 1999. Nihai Rapor Cilt 4, Kısım A. İSKİ, İstanbul, Türkiye.
- [4] **Karatepe, A.A.**, 2011. Meskun Alanlardan Yağmursuyunun Drenajı, Y.L. Tezi, İTÜ, İstanbul.
- [5] **Schall, J.D., Richardson, E.V.**, 2001. Introduction to highway hydraulic design series number 4 (HDS 4), Colorado, USA.
- [6] **Ağaçcıoğlu, H., Coşar, A.**, 2000. Drenaj Tekniği ve Uygulamaları. YTÜ. İstanbul.
- [7] **Woo, D.C., and Jones, J.Sterling,** 1974. Hydraulic Characteristics of Two Bicyclesafe Grate Inlet Designs, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration , Washington, D.C., USA.
- [8] **TS 1478,** 1999. Taşıt ve yaya trafiğine maruz alanlardaki ızgara takımları ve bakım rögarı kapama elemanları-tasarım şartları, tip deneyleri, işaretleme, kalite kontrol, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [9] **Uyumaz, A.** 1992. Discharge Capacity for Curb-Opening Inlets, ASCE, Journal of Hydraulic Engineering, pp.1048-1051. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- [10] **Uyumaz, A.** 2003. Urban Storm Drainage with Kurb-Opening Inlets, 9. Technical Conference for Civil Engineering Society of Turkey, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- [11] **Şahin, H.İ.**, 2006. Izgara Tipi Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Meskun Bölge Drenajı Kapsamında İncelenmesi, Y.L. Tezi, İTÜ, İstanbul.
- [12] **Avcuoğlu, B.**, 2008. Meskun Bölge Yollarında Yağmur Drenajı, Y.L. Tezi, İTÜ, İstanbul
- [13] **S.A. Brown, S.M. Stein, J.C. Warner,** 2001. Urban Drainage Design Manual Hydraulic Engineering Circular 22, Second Edition, Washington, D.C.
- [14] **Federal Highway Administration (FHWA).** 2013. *Urban Drainage Design Manual* Hydraulic Engineering Circular 22. Third Edition, Washington, D.C.
- [15] **Alexander, D. and Heaney, J.P.,** December 2002. Comparison of Conventional and Low Impact Development Drainage Design, University of Colorado, *Final Report to Sustainable Futures Society.*

- [16] **Hydraulic Design of The Stormwater System**, September 2004, International Stormwater Management Manual for Development/Redevelopment.
- [17] **Hydraulics Design Processes**, 1990. U.S. Department of Transportation Federal Lands and Highway Division.
- [18] **Public Complex Stormwater Guidance**, 2003, Hydraulic Performance Exemption, U.S. Department of Transportation, New Jersey Department of Transportation.
- [19] **Tezel, G.**, 2005. Meskun Bölge Yollarındaki Yağmursuyu Drenaj Sistemlerinin Hidroliği ve Tasarımı, Y.L. Tezi, İTÜ, İstanbul.
- [20] **Stormsewer Appurtenances**, 2002. Haestad Methods Inc., Waterbury CT.
- [21] **Vanessa Hatcer, P.E., Jim Noll, P.E.** 2007. Designing Surface Water Runoff Controls for Paved Surfaces, USA.
- [22] **Karayolları Tasarımı El Kitabı**, 2005, Ankara
- [23] **Muşlu, Y.** (1991) *Su ve Atıksu Teknolojisi- Su getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları*, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.
- [24] **U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration**. 2006. Unified Facilities Criteria *Surface Drainage* .USA.
- [25] **Urban Drainage And Flood Control District (UDFCD)**. 2016. Urban Storm Drainage Criteria Manual: Volume 1 Management, Hydrology and Hydraulic. Denver, Colorado

EKLER

EK A: Üçgen Enkesitli Arklarda Hız Tablosu

EK B: Üçgen Enkesitli Arklarda Debi Tablosu

EK C: Üçgen Enkesitli Arklarda E0 Değeri

EK D: Dairesel Enkesitli Arklarda Akım

EK E: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Vaziyet Planı

EK F: Kuzey Yolu ile Kültür Merkezi Yolunu Bağlayan Yolun Resimleri

EK G: Kültür Merkezi Yolu Resimleri

EK H: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi Resimleri

EK I: Spor Yolu Caddesi Resimleri

EK J: Kuzey Yolu Resimleri

EK K: Ağaçlı Yol Resmi

EK L: Park Yolu Resimleri

EK M: Ağaçlı Yol ile Park Yolunu Bağlayan Yolun Resimleri

EK N: Ord.Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Park Yolunu Bağlayan Yolun Resmi

EK O: Gölet Yolu Resimleri

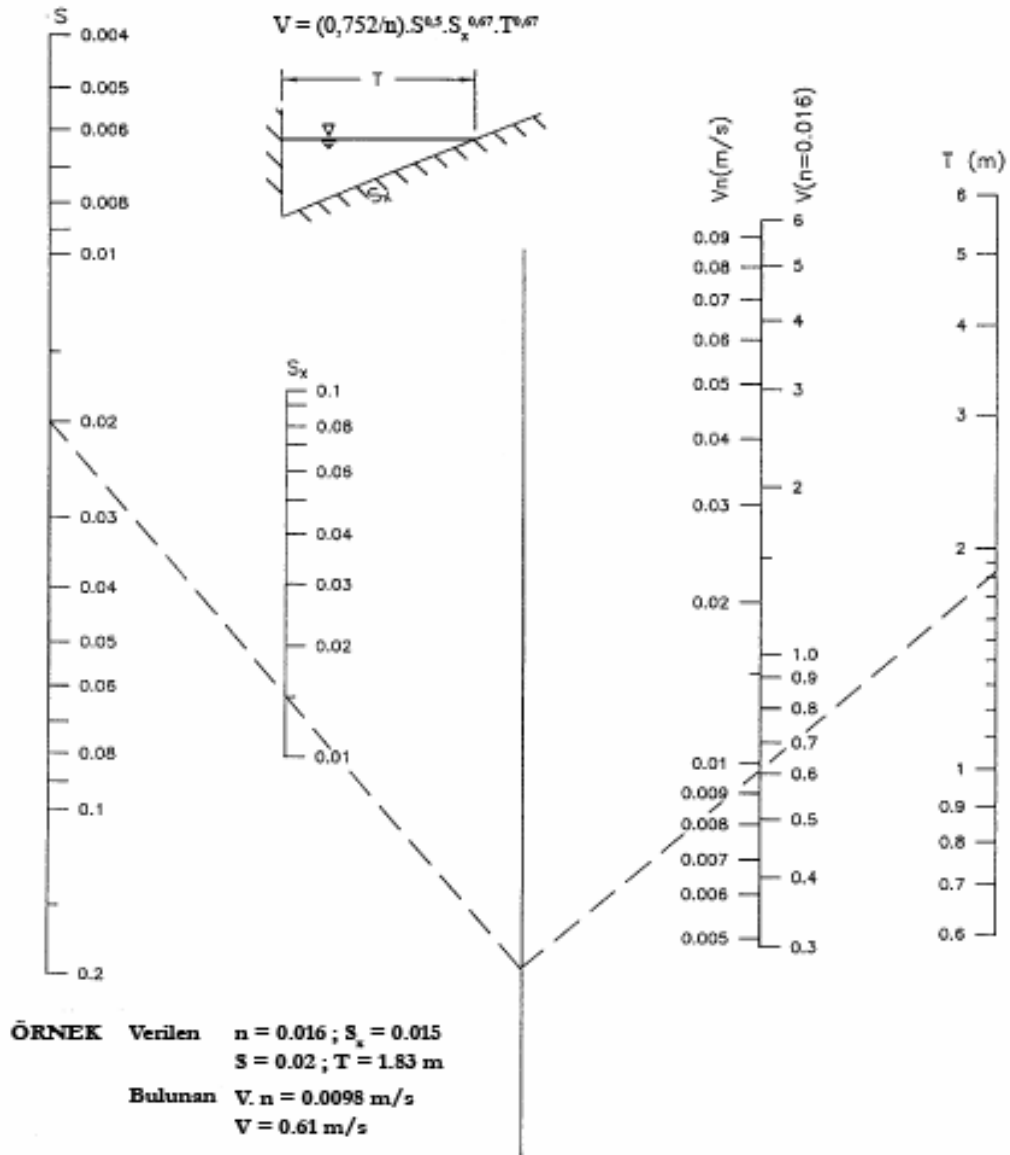
EK P: Etiler Yolu Resmi

EK R: Doğu Yolu Resimleri

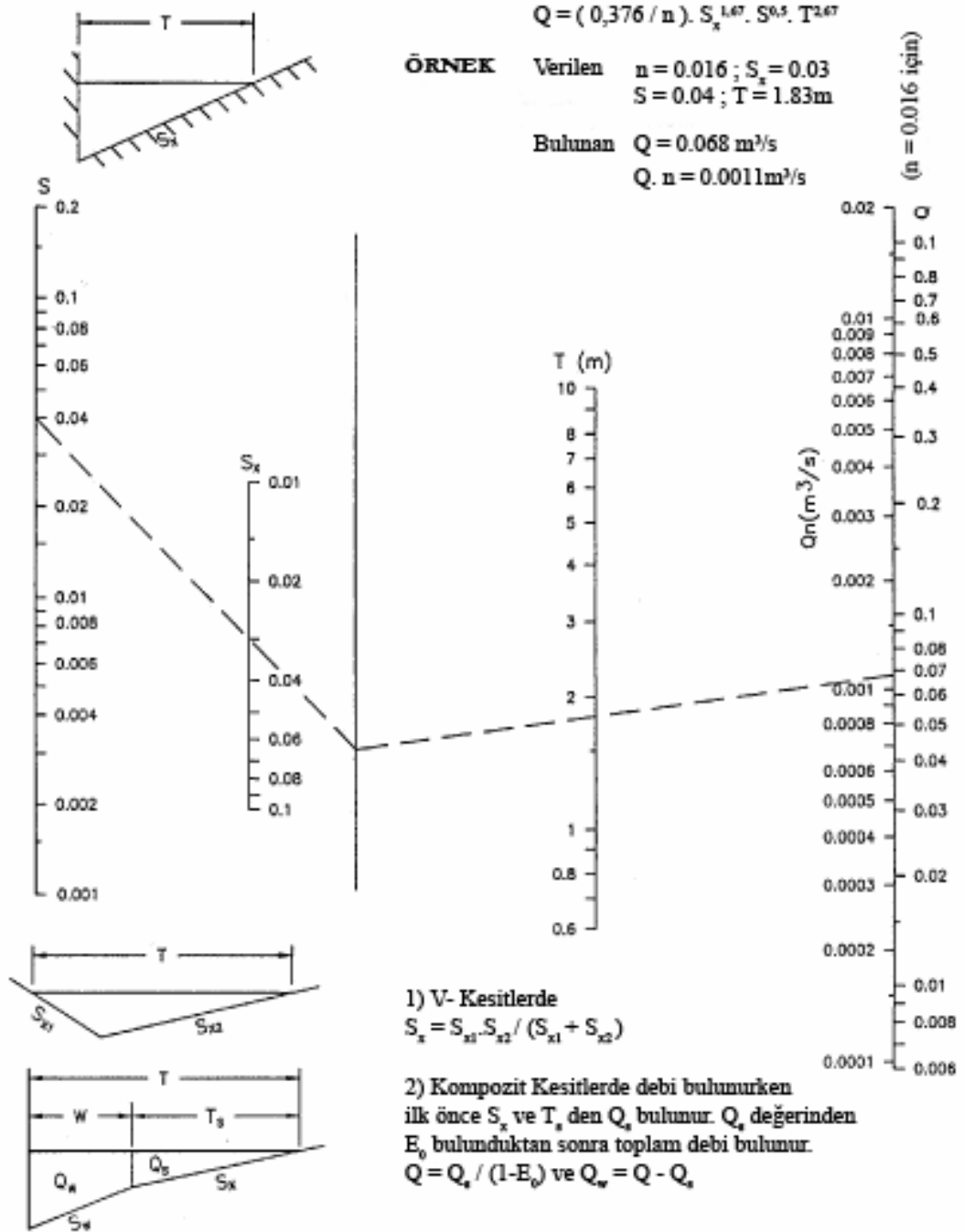
EK S: Teknokent Yolu Resmi

EK T: Lojman Yolu Resmi

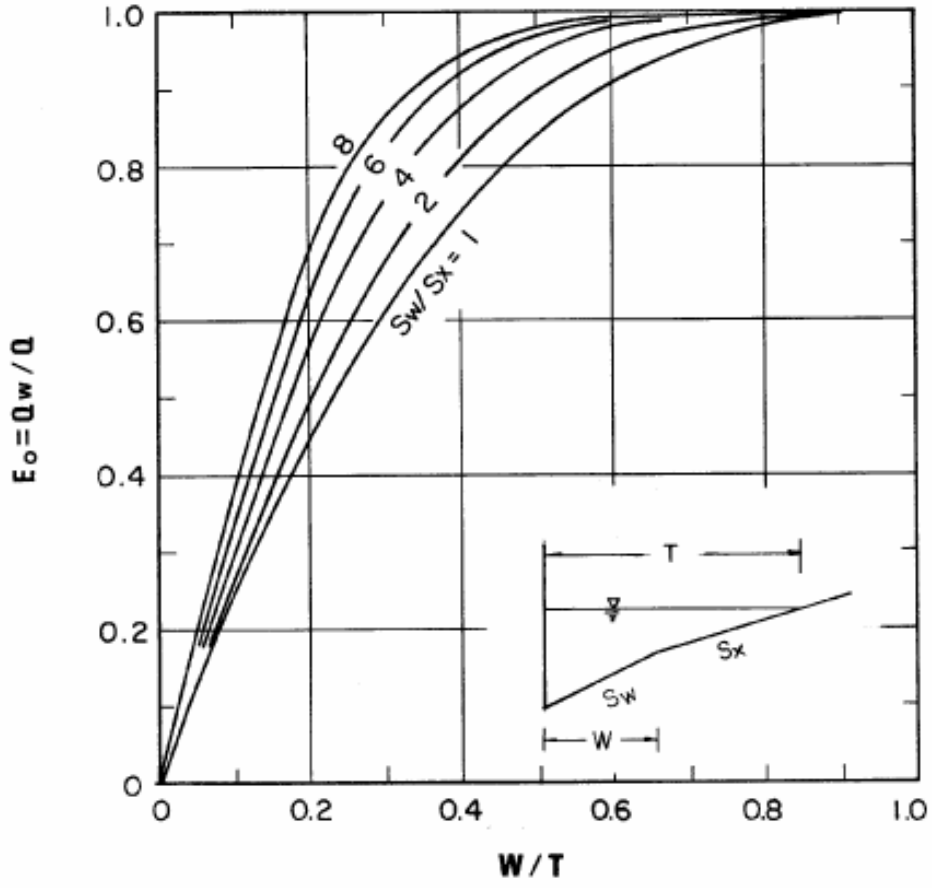
EK A: Üçgen Enkesitli Arklarda Hız Tablosu



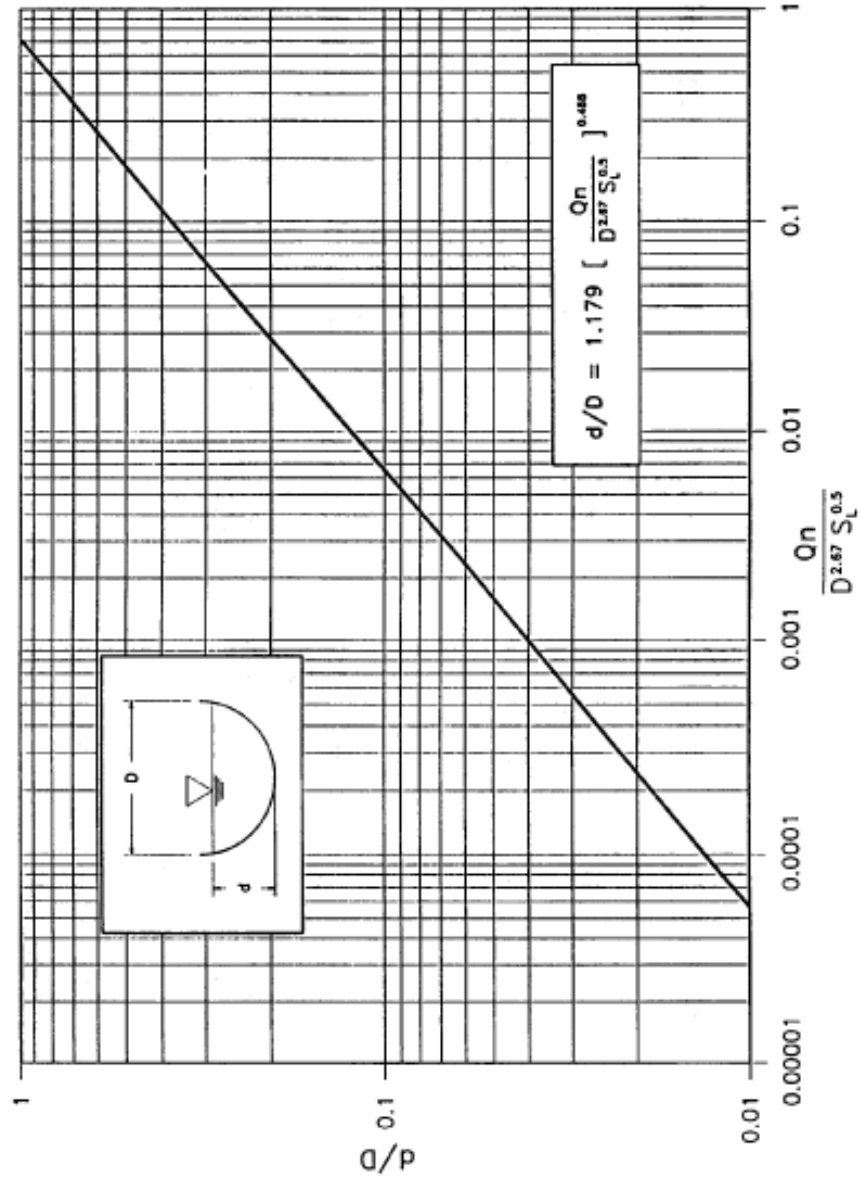
EK B: Üçgen Enkesitli Arklarda Debi Tablosu



EK C: Üçgen Enkesitli Arklarda E0 Değeri



EK D: Dairesel Enkesitli Arklarda Akım



EK E: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Vaziyet Planı



EK F: Kuzey Yolu ile Kùltür Merkezi Yolunu Bağlayan Yolun Resimleri



EK G: Kùltür Merkezi Yolu Resimleri



EK H: Ord. Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi Resimleri



EK I: Spor Yolu Caddesi Resimleri



EK J: Kuzey Yolu Resimleri



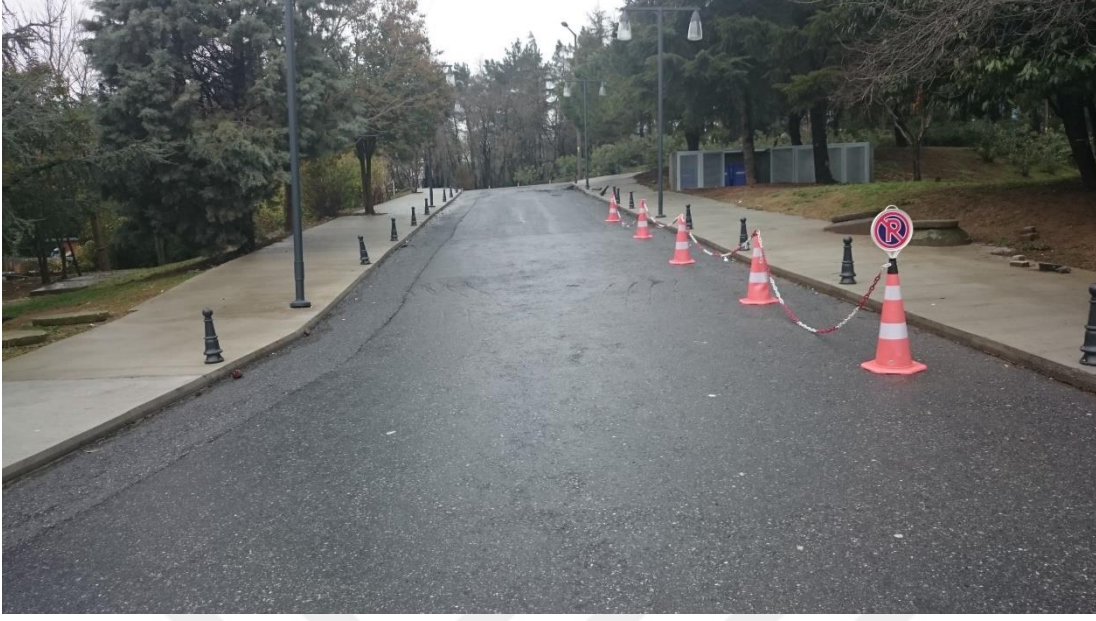
EK K: Ağalı Yol Resmi



EK L: Park Yolu Resimleri



EK M: Aaçlı Yol ile Park Yolunu Bağlayan Yolun Resimleri



EK N: Ord.Prof. Bedri Karafakioğlu Caddesi ile Park Yolunu Bağlayan Yolun Resmi



EK O: Gölet Yolu Resimleri



EK P: Etiler Yolu Resmi



EK R: Doğu Yolu Resimleri



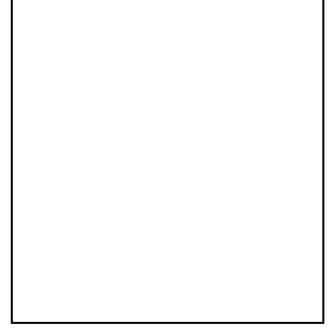
EK S: Teknokent Yolu Resmi



EK T: Lojman Yolu Resmi



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Veysel Onur İÇKALE
Doğum Tarihi ve Yeri : 16.04.1988 - Diyarbakır
E-posta : vonuri@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2012, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Mart 2013-Aralık 2013 arasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştirak şirketi olan İSTAÇ A.Ş.'de Proje Geliştirme Müdürlüğü'nde çalıştı.
- Aralık 2013-Ekim 2016 arasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştirak şirketi olan KİPTAŞ A.Ş.'de İhale ve Planlama Müdürlüğü'nde çalıştı