

## Kentiçi Yolların Yüzeysel Drenajı ve Erzurum Örneği

Volkan GEZDER<sup>1</sup>, Mahir GÖKDAĞ<sup>2</sup>

**ÖZET:** Bu çalışmada, kentiçi yolların yüzeysel drenajı hakkında genel bilgi verilmiş ve şehrin en işlek caddelerinden biri olan Yakutiye Belediyesi- Havuzbaşı arası yolun yağmursuyu drenaj girişlerinin yeterli olup olmadığı gözlemlenerek yüzeysel drenaj açısından incelenmiştir. Örnek alınan ana cadde 7 bölüme bölünerek, her bir bölüm için hesaplamalar yapılmış ve yağmursuyu giriş yerleri yola yerleştirilmiştir. 1 numaralı bölüm için hesaplamalar gösterilmiştir. Diğer bölümlerde de 1 numaralı bölüm için yapılan hesaplama yönteminin aynısı kullanılarak yağmursuyu girişleri bulunmuştur. Rasyonel ve Manning formülleri yardımıyla yola düşen su miktarı ve oluğun taşıdığı su kapasitesi hesaplandıktan sonra, yolun mevcut hali için karayollarının kullanmış olduğu tip ızgaralara göre ızgaralı yağmursuyu girişlerinin ara mesafeleri bulunmuştur. Farklı yollar için farklı ebatlarda ızgaralı girişlerin kullanılmasının ekonomik olmayacağı ve ızgaralı girişlerin üretiminin zor olacağı için karayollarının tip ızgaraları kullanılmıştır. Drenaj hesapları sonucunda bulunan yağmursuyu girişleri mevcut yoldaki yağmursuyu girişleri ile karşılaştırılmış ve seçilmiş yolun yağmursuyu girişlerinin ve sayısının yeterli olmadığı, yola yerleştirilme şekillerinin de hatalı olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Drenaj, kentiçi yol, yağmursuyu girişleri, yüzeysel drenaj,

## Surface Drainage of Urban Streets and the Example of Erzurum

**ABSTRACT:** In this study, a general information about surface drainage of urban streets is given and it is investigated that if the storm water drainage inlets of the road between Yakutiye municipality and Havuzbaşı are sufficient or not. The selected highway is divided into 7 sections, calculations are done for each section and storm water inlets are placed into the road. Calculations for section 1 are showed. In other parts storm water inlets are found by using the same calculation process "as in the section 1" is done. After using the Rational and Manning formulas to calculate the amount of water falling on the road and water carrying capacity of the gutters, the distance between the grate rain water inlets of the type of grates which are used by the General Directorate of Highways is found. Using different size of grate inlets for different roads will not be economical and also producing different size of grate inlets will be hard so the type of grates which belong to General Directorate of Highways are used. The storm water inlets that found after drainage calculations are compared with storm water inlets of existing road and it is seen that storm water inlets of selected road are not enough and the placed shapes of them are wrong.

**Keywords:** Drainage, surface drainage, urban street, storm water inlets,

<sup>1</sup> Devlet Su İşleri, Barajlar ve HES Şube Müdürlüğü, İnşaat, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Ana Bilim Dalı, Ulaştırma, İnşaat, Erzurum, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Volkan GEZDER volkangezder@dsi.gov.tr

## GİRİŞ

Yol gerek yapım aşamasında gerekse hizmet ömrü boyunca suyun yıpratıcı etkilerine maruz kalabilir. Su, yolun gövdesinden ve üst yapısından uzaklaştırılmazsa gövdede ve üst yapıda deformasyonlar ve bozulmalar meydana gelir. Kentiçi yollarda; yolun hizmet ömrünün uzatılması, bakım maliyetlerinin azaltılması ve trafik güvenliğinin güvenli sınırlar içerisinde kalması, suyun iyi bir yüzeysel drenajla yoldan uzaklaştırılmasına bağlıdır. Bu çalışmada, şehir merkezinde örnek olarak alınan yolun yağmursuyu drenaj girişlerinin yeterli olup olmadığı araştırılmıştır. Örnek olarak alınan ana yola bağlanan tali yolların kendi içinde yapılan drenaj sistemleri ile tahliye edildiği öngörülmüştür. Bu nedenle, tali yolların kendi içerisinde drenaj sağlamalı, özellikle de tali yollarla ana yolların

birleştiği yerlere yağmursuyu girişlerinin konulması önem arz etmektedir (Gökdağ, 1991). Rasyonel ve Manning formüllerinden yararlanılarak yola düşen su miktarı ve oluk kapasitesi hesaplanmış ve kapasiteye göre karayollarının tip ızgaralı yağmursuyu girişlerinin ara mesafeleri bulunmuştur. Çalışma yapılan yola yerleştirilen yağmursuyu giriş ızgaralarının hatalı yerleştirilmesi nedeniyle tıkanıklıkları, yola gelen suyu drenaj edemedikleri görülmüştür. Günümüzde yol standartlarının yükselmesi ve yol trafik emniyetine verilen önemin artması, yol yüzeyinden suların atılmasını güçleştirmiştir. Geniş kaplamalar suya maruz kalan alanı ve bundan dolayı da dışarı atılacak su miktarını artırmıştır (Yayla, 2004). Bu nedenle, suyun yol üzerindeki zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için etkili bir drenaj sistemine ihtiyaç duyulmuştur.



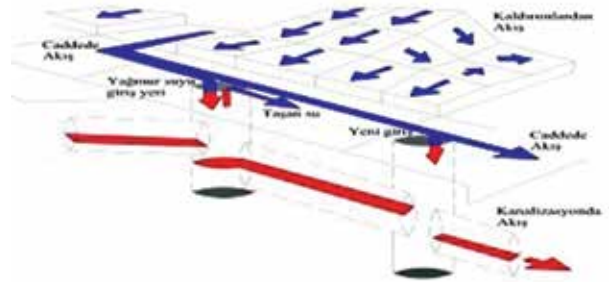
-a-

-b-

**Şekil 1.** Üniversite-Havuzbaşı arası yolda (a) ızgaranın yoldan içeri doğru yanlış yerleştirilmesi (b) Mevcut yolun sürüntü ve döküntü maddeleriyle tıkanma.

Kentiçi yolların yağmursuyu drenaj sistemi iki farklı ve çoğunlukla ayrı bileşenlerden oluşur (Smith, 2006).

Çatılardan, kaldırımlardan ve caddelerden gelen yüzeysel sular cadde kenarlarında doğal ya da yapay bulunan arklar yardımıyla yağmursuyu giriş yerlerine gelir ve buradan yüzey altı kanalizasyon şebekesine ya da varsa yağmursuyu şebekesine aktararak tahliye edilir.



**Şekil 2.** Kentiçi yolların yüzeysel ve yüzeyaltı drenaj sistemi (Smith, 2006).

Yağmursuyu giriş yerlerinin dört ana tipi vardır;

- Cadde arka üzerine tesis edilen ızgaralı giriş yerleri

- Bordürde bırakılan giriş yerleri

- Ark ve bordür girişinin birlikte olduğu birleşik girişler

- Cadde boyunca bırakılmış ızgaralı girişler (Mays, 2004)

Li et al. (1995). çukurlaştırılmış birleşik girişlerde bordüre paralel ızgaralı girişlerin en iyi hidrolik davranışı gösterdiğini belirlemişlerdir.

Gomez and Russo. (2005). ızgara girişinin yeterliliğini hesaplamak için kullanılan üç metodu araştırmışlar ve birbirleriyle karşılaştırma yapmışlardır.

McEnroe et al. (1999). Yolun boyuna eğiminin girişlerin performansında önemli bir etkisi olmadığını ve girişlerin hepsinin dik enine eğimlerde oldukça iyi performans gösterdiğini belirlemişlerdir.

Perks and Hewitt. (2004). Kanada'nın Ottawa Üniversitesinde 1/2 ölçekle kurulmuş olan modelde bir dizi deney yapmışlardır. Deneyler sonucunda, bordür girişlerinin ızgaralı girişlere göre daha düşük hidrolik kapasiteye sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Schmitt et al. (2004). bu çalışmada kentiçi drenaj sistemlerindeki aşırı yüklenmiş kanalizasyon sistemlerinin neden olduğu sel olgusunun ikili drenaj modelinin ne kadar gerekli olduğunu analiz etmişlerdir.

Şahin. (2006). Bu çalışmada yerleşim yerlerinde yağmur suyu drenajı için kullanılan yağmur suyu giriş

yerlerinden ve ülkemizde en çok kullanılan ızgara tipi girişlerin hidrolik hesaplarından bahsetmişlerdir. Çubukları bordüre paralel olan ızgaraların hidrolik performansının çubukları bordüre dik olan ızgaralara göre daha iyi olduğunu belirlemişlerdir.

Tezel. (2005). Bu çalışmada birleşik girişlerin performansları ve önceki yıllarda Kansas Üniversitesinde yapılmış deneyler yorumlanarak hangi sistemin hangi yol koşullarında nasıl sonuç verdiğini tespit etmeye çalışmışlardır.

Guo, (2000). Bu Çalışmada tek ızgara girişleri için geliştirilen tıkanma faktörleri sistematik olarak çoklu ızgara girişlerinin tasarımlarını geliştirmişlerdir.

Almedeij et al. (2006). Kuveyt' in yerleşim bölgesinde yer alan çukurlaştırılmış ızgaralar için suyun yolda yayılması, frekansa ve tıkanma faktörüne dayanarak analiz yapmışlardır.

Woo and Jones. (1974). FHWA yapmış olduğu deneysel çalışmada, deney düzeneğine altı farklı ızgara yerleştirmişler ve ızgaraların gelen akımı tutma miktarını belirlemişlerdir.

Guo et al. (2007). Bu çalışmada, çeşitli biçimlerdeki çubuk ve palet ızgaraları, 3 ve 5 ft açıklığındaki bordür girişlerini ve çeşitli drenaj girişlerinin kapasite ilişkilerini içeren laboratuvar çalışmaları yapmışlardır. Gözlemlenen veriler FHWA' nın 2001 yılında HEC22 (Hydraulic Engineering Circular 22) başlıklı çalışmasında önerilenden farklı veriler elde etmişlerdir. Laboratuvar verileriyle yeni formüller ve yöntem geliştirmişlerdir.



Tip 13

Tip 16

Tip R

Şekil 3. Tip 13, tip 16 ve tip R (MacKenzie, 2011)

Comport et al. (2009). FHWA' nın 2001 yılında HEC22 (Hydraulic Engineering Circular 22) başlıklı çalışmasında; Tip 13, tip 16 ve tip R yağmur suyu girişleri hakkında özel bir çalışma yapılmamış ya da hidrolik etkinliğin ilişkileri araştırılmayarak özel bir rehber hazırlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında, bu üç tip girişin fiziksel durumu ile ilgili veri toplamak ve çeşitli yol geometrilerinde ki etkinliğe karar vermek üzere 1/3 Froude ölçekli modeli iki şeritli yol bölümü dizayn etmişler ve Colorado Devlet Üniversitesi' nin Mühendislik Araştırma Merkezinde yapmışlardır. (Comport and Christopher, 2012), bordür ve ızgaralı girişin birleştirilmesi ile oluşturulan yağmur suyu drenajı konusunda çeşitli yol şartlarında testler yapmışlardır. İki şeritli yol bölümünün Froude ölçek modelinin 1/3' ü test için yapmışlar ve bir prototip oluşturarak toplam 120 test yapmışlardır.

Sonuç olarak, boyutsuz büyüklükteki parametre grupları deneysel denklemler büyük ölçüde akış özelliklerine dayanan parametre grupları geliştirmişler ve girişlerin etkililiği üzerine toplanan test verileri önceden yayınlanan giriş yöntemleriyle karşılaştırılmış ve %45' lik ve ortalama %13' lük 0.1 ile 1.5 m arasında tipik bir dizayn derinlik farkı belirlemişlerdir.

Guo and MacKenzie. (2012). Projelerinde, cadde ve anayol drenajı için tip R (bordür üzerindeki giriş), tip 13 (ızgaralı girişler) ve tip 16 (palet şeklindeki girişler) yağmursuyu girişlerinin hidrolik etkinliğini araştırmışlardır.

Laboratuvarda 1/3 ölçekli modeller kurmuşlardır. Çürümeye dayalı tıkanma faktörünü giriş yerlerinin dizaynı için geliştirmişler ve önermişlerdir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında; Kentiçi yolların yüzeysel drenajı hakkında genel bilgi verilerek şehrin muhtelif yerlerinde bulunan bazı ana caddeler, yüzeysel drenaj açısından incelenmiştir.

Örnek olarak alınan yolların yağmursuyu drenaj girişlerinin yeterli olup olmadığı gözlemlenerek yolun mevcut hali için, yağmursuyu drenaj giriş yerlerinin hangi aralıklarda yerleştirilmesi gerektiği Rasyonel Metot, Manning Formülü ve T.C.K'nın tip ızgara kesitleri kullanılarak tespit edilmiştir.

### Akış Miktarı

Akış miktarı, belirli bir süre içinde o bölgede meydana gelecek en şiddetli taşkına göre hesaplanır. Akış miktarının bulunmasında Rasyonel Metot bağıntısı en yaygın kullanılanıdır.

$$Q = \left(\frac{1}{3600}\right) \times (C \times I \times A) \quad (1)$$

Q= Akış miktarı debi (lt sn-1), C= Akış katsayısı (Boyutsuz)

I= Yağış şiddeti (mm saat-1), A= Drenaj havzası (yağış havzası alanı) (m<sup>2</sup>)

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

**Çizelge 1** Bazı kaplama ve zemin özelliklerine göre 'C' akış katsayısı değerleri

Kaplama ve zemin özelliği	Akış katsayısı 'C'
Beton veya asfalt kaplama	0.80- 0.95
Çakıl veya makadam yollar	0.35- 0.75
Parklar, yeşil alanlar	0.10- 0.35
Hafif dalgalı çayırliklar	0.20- 0.40
Çok dik çıplak yamaçlar	0.80- 0.90
Yaprak döken ağaçlı ormanlar	0.35- 0.60
Çam ormanları	0.25- 0.50
Dalgalı çıplak yüzeyler	0.60- 0.80
Vadi içi ekili araziler	0.10- 0.30

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

$$T_e = 0.0078 \times \left[ \frac{L_1^{3/2} \times 3.2808}{H^{1+2}} \right]^{0.77} \quad (2)$$

$T_e$  = Toplanma süresi (dk)

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

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

Rasyonel metotla hendeklerin geçireceği taşkın debisi hesaplanır.

Manning formülü ile, bu debiyi arazinin cinsine göre belirli hızları geçmeyecek şekilde akıtacak en ekonomik boyutlu hendek kesiti bulunur.

$$Q = \left( \frac{1}{n} \right) \times r^{2/3} \times S^{1/2} \times A \quad (3)$$

Q= Akış miktarı (debi) (lt sn-1), r= Hidrolik yarıçap=ıslak alan ıslak çevre-1 (m sn-1),

S= Kanalın eğimi (m m-1), n= pürüzlülük katsayısı, A= Alan (m<sup>2</sup>)

**Çizelge 2.** Manning 'n' pürüzlülük katsayısı (Anonim, 2005)

Ark ve Cadde cinsi	Manning 'n'
Beton giriş yeri	0,012
Asfalt kaplama	
Yumuşak tip	0,013
Sert tip	0.016
Asfalt kaplanmış giriş yeri	
Yumuşak	0,013
Sert	0,015
Beton kaplama	
Mala ile düzeltilmiş	0,014
Tırmık ile düzeltilmiş	0,016

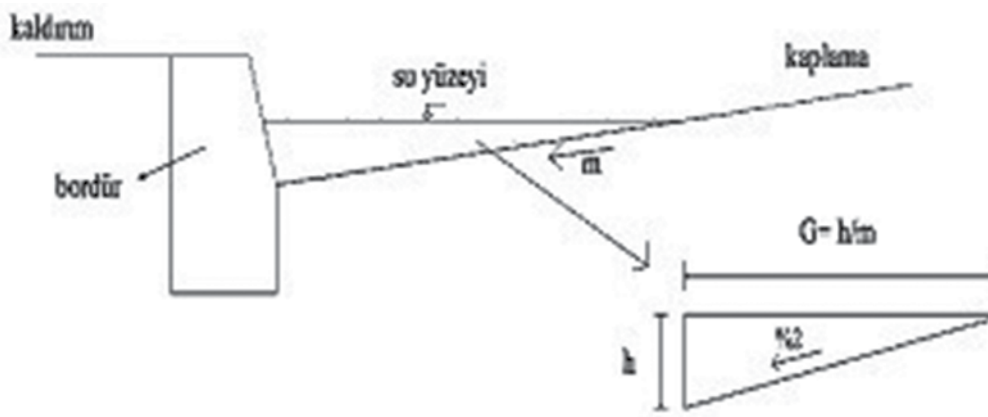
### Bordür Oluğunun Su Akıtma Kapasitesi Hesabı

Genellikle kapasite Manning formülünün aşağıdaki formül haline getirilmesi ile hesaplanır.

$$Q_{b2} = 0.00175 \times \left( \frac{1}{m \times n} \right) \times s^{1/2} \times h^{8/3} \quad (4)$$

$Q_{b2}$ =Su akıtma kapasitesi (lt sn-1), s=Yolun boyuna eğim,

m= Yolun enine eğimi, n= Manning pürüzlülük katsayısı , h= Su derinliği (cm)



**Şekil 4.** Bordür Su Oluğu.

Bordür oluşunda suyun üst yüzeyinin bordür kenarından yayılma mesafesi  $G$  Çizelge 3 yardımıyla bulunur.

Formül (4)'deki maksimum su derinliği ( $h$ ) Çizelge 3'den alınan  $G$  mesafesine ve yolun enine eğimine göre hesaplanır.

Yetersiz baca kapasitesi ya da giriş yerinin yanlış seçilişi suların trafik şeritlerine taşarak tehlikeler yaratmasına ya da trafiği oyalayarak vakit kaybedilmesine yol açar (Çağlarer, 1972).

$$G = \frac{h}{m} \quad (5)$$

**Çizelge 3.** Yolun Proje hızına göre suyun izin verilen maksimum yayılma oranı (Anonim, 2005)

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

### Yağmursuyu Girişlerinin Kapasite Hesabı

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

$$Q_{b1} = \left(\frac{1}{3600}\right) \times (C \times I \times A) \quad (6)$$

$Q_{b1}$  = Bordür oluşu su debisi (lt sn-1),  $C$  = Yüzeysel akış katsayısı

$I$  = Yağış şiddeti (mm saat-1),  $A$  = Yağış havzası ( $m^2$ ) Yağış şiddeti ( $I$ ), toplanma zamanı ( $T_c$ ) ve tasarım frekansına göre yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrilerinden alınır. Yolun eğimine göre suyun toplanma zamanı 5 ila 15 dakikadır (Anonim, 2005). Toplanma zamanı  $T_c$  Çizelge 4' den alınır.

**Çizelge 4.** Suların toplanma süresi (Anonim, 2005)

Eğim %	$T_c$ Suların toplanma zamanı
5 ve daha büyük	5
2-5	10
2 ve daha küçük	15

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.

Yağış şiddetinin tayin edilmesinde diğer bir unsur olan frekans Çizelge 5'e göre tayin edilir.

Çizelge 5. Minimum tasarım frekansı (Anonim, 2005)

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

Yolun yağış havzası alanı;

$$A = \left(\frac{B}{2} + k\right) \times L \quad (7)$$

K=Kaldırım genişliği (m), B=Yol platform genişliğinin yarısı (m)

L=İki yağmursuyu girişi arasındaki mesafe (m)

Dolayısıyla Rasyonel Metot formülü

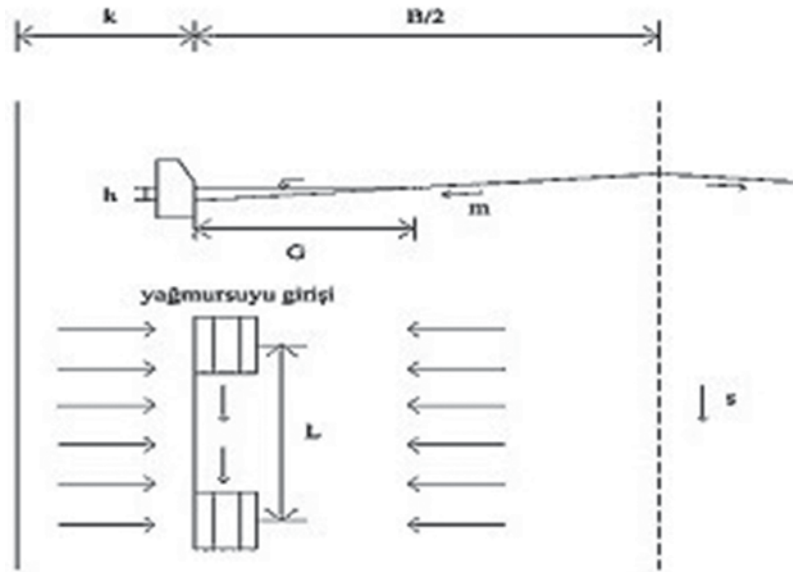
$$Q_{b1} = \left(\frac{1}{3600}\right) \times C \times I \times \left(\frac{B}{2} + k\right) \times L \quad (8)$$

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

$$Q_{b2} = 0.00175 \times \left(\frac{1}{m \times n}\right) \times s^{1/2} \times h^{8/3} \quad (9)$$

$Q_{b1} = Q_{b2}$  eşitlenerek (L) bacalar arası mesafe teorik olarak bulunur. Burada bulunan yağmursuyu giriş boyutları, suyun yağmursuyu girişinin üzerinden atlamayacağı, yandan gelen suyun kaçamayacağı, oluk debisinin hepsini alacağı kadar yeterli olduğu öngörülmektedir.

Uygulamada yağmursuyu giriş boyutları sınırlı olduğundan büyük aralıklar yerine daha sık aralıklarla yağmursuyu girişleri yerleştirilir. Yağmursuyu girişlerinin ara mesafesi yağmursuyu girişinin su alma kapasitesine göre hesaplanır.



Şekil 5. Yağmursuyu girişlerinin ara mesafesi

### Yakutiye Belediyesi- Havuzbaşı Arasında Kalan Caddenin Yağmursuyu Girişlerinin Belirlenmesi

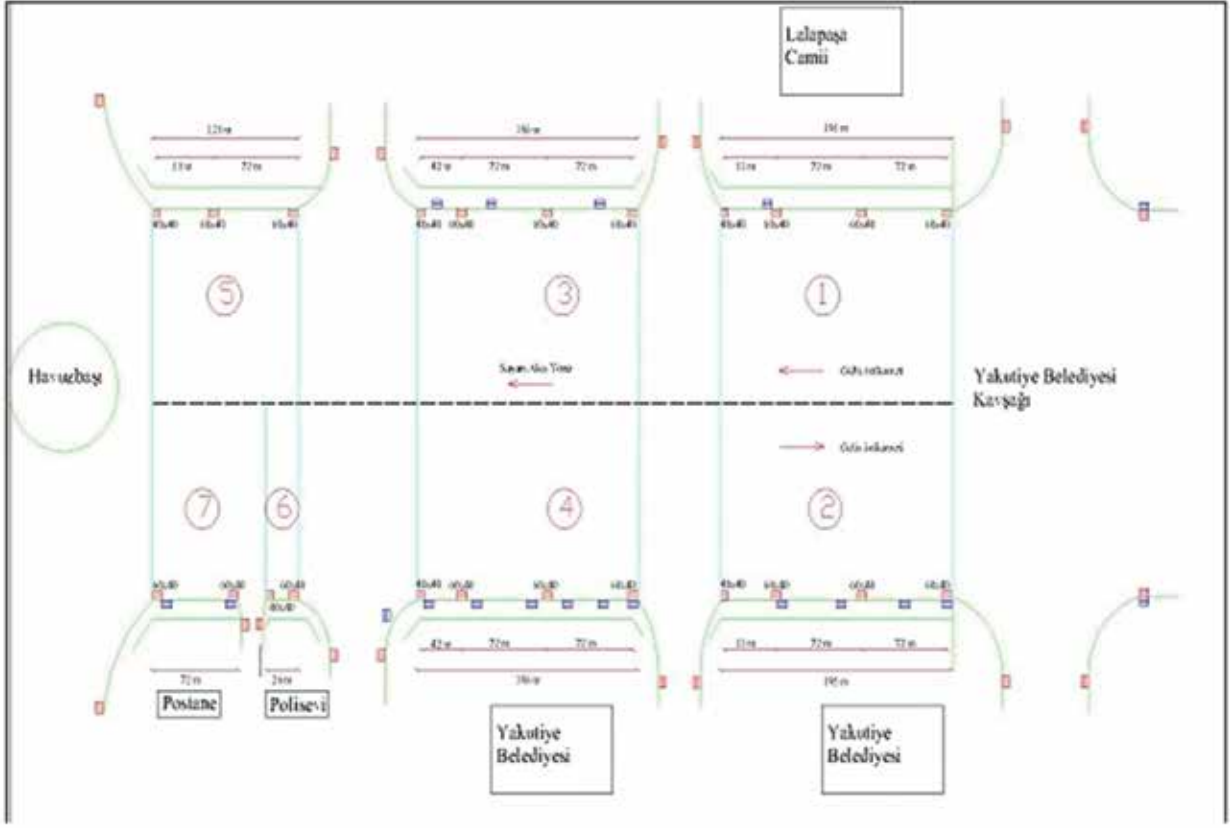
Yakutiye Belediyesi- Havuzbaşı istikameti gidiş sağ şerit 1 numaralı yol Bordür oluğu kapasite hesabı; Yol uzunluğu=195 m

B= 15 m, k= 4 m, s= 0.03, m= 0.02, n= 0.015 (Çizelge 2), G= 2 m G= h m-1

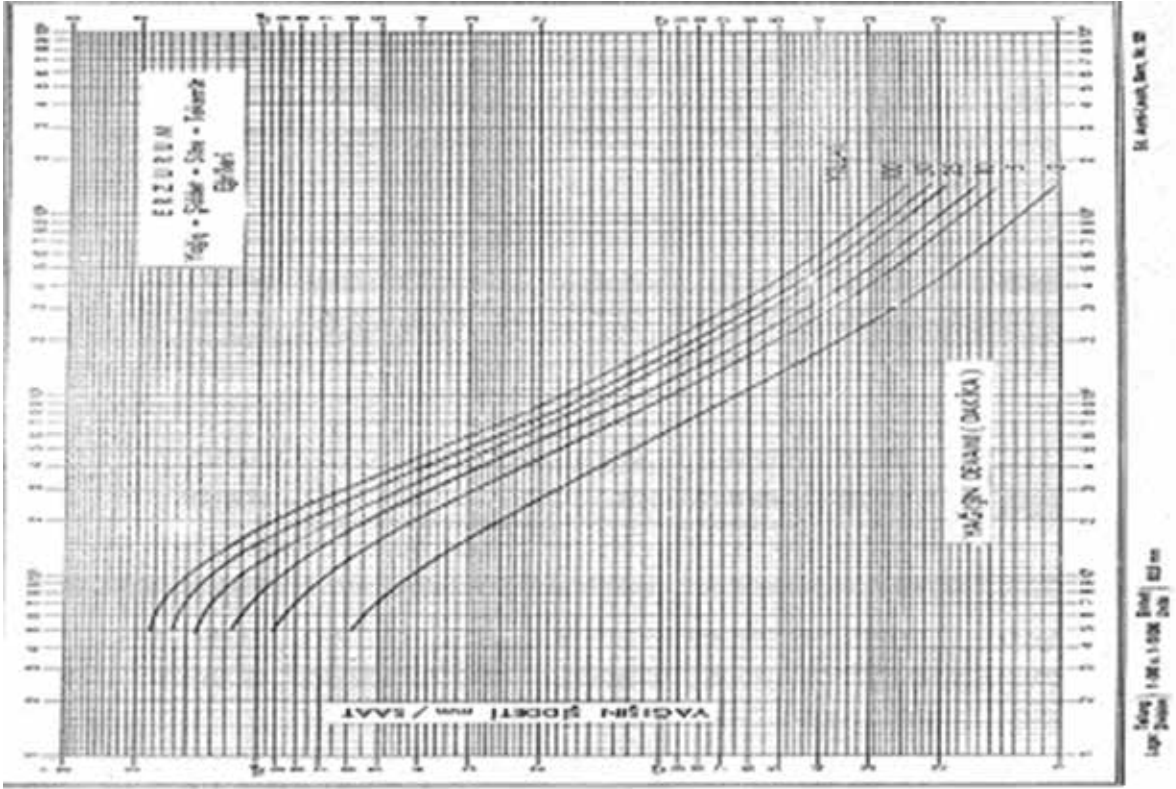
h= G\*m h= 2\*0.02 h= 0.04, m= 4 cm,  $Q_{b2} = 0.00175 * [1/(m*n) - 1] * s^{1/2} * h^{8/3}$  (lt sn-1)  $Q_{b2} =$

$$0.00175 \times \left(\frac{1}{0.02 \times 0.015}\right) \times 0.03^{1/2} \times 4^{8/3}$$

$Q_{b2} = 41$  lt sn-1 (Bordür oluğu kapasitesi)

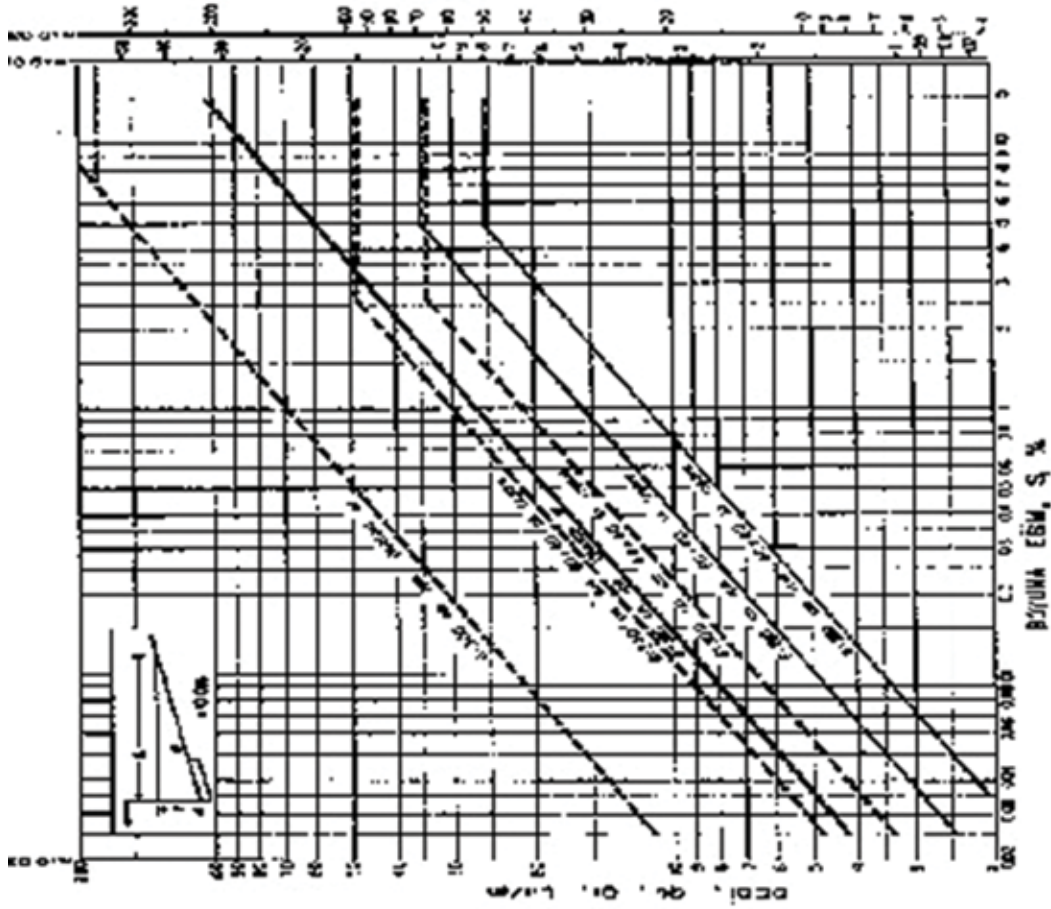


Şekil 6. Yakutiye Belediyesi- Havuzbaşı arası yolun genel görünümü



Şekil 7. Erzurum ili yağış-şiddet-süre-tekerrür eğrisi (Anonim, 1976).





Şekil 8. G=200 cm ve G=300 cm'ye göre bordür oluğu su kapasitesi ve 60x40 ile 40x40

T.C.K' nın tip ızgaralarının su alma kapasiteleri.

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1} = \left(\frac{1}{3600}\right) \times C \times I \times A, C = 0.90 \text{ (Çizelge 1)}, T_e = 10 \text{ dk (Çizelge 4)},$$

Frekans= 25 yıl (Çizelge 5)

I= 110 mm saat-1 (Şekil 6)

$$A = \left(\frac{B}{2} + k\right) \times L \text{ (m}^2\text{)}, A = \left(\frac{15}{2} + 4\right) \times L, A = 11.5 \times L,$$

$$Q_{b1} = \left(\frac{1}{3600}\right) \times 0.90 \times 110 \times 11.5 \times L, Q_{b1} = 0.32 \times L \text{ lt sn-1}$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1} = Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek, } Q_{b1} = 0.32 \times L = 41$$

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

Seçilen ızgaralara göre gerçek mesafe hesabı;

60x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3} = 23 \text{ lt sn-1 (Şekil 7)},$$

$$Q_{b1} = 0.32 \times L \text{ lt sn-1, } Q_{b3} = Q_{b1}, 23 = 0.32 * L$$

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

40x40 ızgaralı yağmursuyu girişi

$$Q_{b3} = 17 \text{ lt sn-1 (Şekil 7)},$$

$$Q_{b1} = 0.32 * L \text{ m}^3 \text{ sn-1, } Q_{b3} = Q_{b1}, 17 = 0.32 * L$$

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

Yolun tamamına gelen yağmursuyu debisi

$$Q_b = 0.32 \times 195 = 63 \text{ lt sn-1}$$

Izgaraların yerleştirilmesi;

Yolun başlangıcına kendinden önceki suları alması için 1 adet 60x40'lık ızgara yerleştirildikten sonra, bu

noktadan itibaren 72 m<sup>2</sup>'de bir 60x40'lık 2 adet ızgara yerleştirilmelidir. Herbir ızgara 23 lt sn-1 debi aldığına göre 2 adet ızgara  $2.23 = 46$  lt sn-1 debide su alır. 195 m<sup>2</sup> lik yola gelen toplam debi ( $Q_b$ ) 63 lt sn-1' dir. Kalan taşınması gereken su debisi  $63-46=17$  lt sn-1' dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt sn-1'lik debide su aldığından yolun sonuna 1 adet 40x40'lık ızgaralı yağmursuyu girişi yerleştirilmelidir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

-Seçilen yolun yüzeysel drenaj açısından yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Yüzeysel drenajın yetersiz olmasından dolayı yağmurlu günlerde yolun bazı kesimlerinde su birikintileri meydana gelmektedir. Su birikintileri, trafik açısından elverişsiz durum oluşturmakta ve yola zarar vermektedir. Bu nedenle, hemen hemen her yıl yolların bakımı yapılmakta ve hatta yollar tamamıyla yenilenmektedir.

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

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

- Yola yerleştirilmiş olan bazı ızgaralı yağmursuyu girişleri yolun içine doğru ve yol yüzeyinden aşağıda yerleştirilmiştir. Yağmursuyu giriş yerleri bordüre bitişik olarak ve yol yüzeyi ile aynı seviyede yerleştirilmeli, aksi takdirde trafik açısından elverişsiz durumlara sebebiyet vermektedir.

- Döküntü ve sürüntü maddeleriyle tıkanmış olan ızgaralı girişler temizlenmediği takdirde gelen sular drenaj sistemine aktarılamamaktadır.

Şekil 5'de görüldüğü üzere Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arasındaki yolda;Mevcut olan ızgaralar mavi renk ile hesaplar sonucunda bulunan ve olması gereken ızgaralar ise kırmızı renk ile gösterilmiştir. Yine bu yolda da kavşak bazında değerlendirme yapılmadığı ve diğer yolların mansap kısmına yağmursuyu girişi yerleştirilmediği görülmüştür. Yakutiye Belediyesi-Havuzbaşı arası yolun geliş istikametinde yağmursuyu ızgaraları çok miktarda yerleştirilmiş fakat kavşak

bazında değerlendirme yapılmamıştır. Yakutiye Belediyesinin ön tarafında bulunan dörtlü kavşakta da ızgaraların yetersiz olduğu görülmüştür.

## SONUÇ

Örnek olarak alınan yolun memba ve mansabına yağmursuyu girişleri konulmamıştır. Bu nedenle yaya geçitlerinin olduğu bu kısımlarda suyun yayılma genişliği fazla olacağından yayaların karşıdan karşıya geçişi zorlaşacaktır. Yağmursuyu girişleri yerleştirilirken tali yollar kendi içerisinde değerlendirilmemiştir. Bu nedenle, ana yollara gelen su miktarı artabilmektedir. Mevcut yola yerleştirilen ızgaraların bazıları bordüre bitişik olarak yerleştirilmemiştir. Bu da suyun yola fazla yayılmasına, ızgaranın su alma kapasitesinin azalmasına ve yolun daralmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, taşıtlar yolun orta kısımlarına doğru yöneceklerinden trafik güvenliği azalacak ve yolun kapasitesi düşecektir. Mevcut yolların yağmursuyu giriş yerlerinin yetersiz olmasından ve hatalı yerleştirilmesinden dolayı su yol yüzeyine yayılarak, araç tekeri ile yol yüzeyi arasında ince bir film tabakası oluşturur ve bu da sürtünmeyi azaltacağından trafik güvenliği açısından olumsuzluklar doğurur. Sonuç olarak kentiçi yollarda, etkili bir drenaj sistemi mevcut olmadığından bakım maliyetleri artmakta ve yollar kısa bir süre içerisinde yenilenmek zorunda kalmaktadır. Drenaj hesabı yapılarak yağmursuyu giriş yerleri mutlaka konulmalıdır.

Yağmursuyu drenaj girişlerinin hesabında ve yerleştirilmesinde kısaca şu öneriler sıralanabilir.

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

**KAYNAKLAR**

- Almedej, J., Alsulaili A., Alhomoud, J., 2006. Assessment of grate sag inlets in a residential area based on return period and clogging factor. *Journal of Environmental Management*, 79: 38-42.
- Anonim., 1976. Türkiye'nin Yağış-Şiddet-Süre-Tekerrür eğrileri, DMİ, Ankara.
- Anonim., 2005. Karayolu Tasarım El Kitabı, KGM, Ankara.
- Comport, B. C., Thornton, C. I., Cox, A. L., 2009. Hydraulic Efficiency of Grate and Curb Inlets for Urban Storm Drainage, Colorado State University Darly B. Simons Building at the Engineering Research Center, Colorado.
- Comport, B. C., Thornton, C. I., 2012. Hydraulic Efficiency of Grate and Curb Inlets for Urban Storm Drainage, *Journal of Hydraulic Engineering*, 138(10): 878- 884
- Çağlarer, B., 1972. Karayollarında Drenaj İşleri. Bayındırlık Bakanlığı Yayını, 172s, Ankara.
- Gomez, M., Russo, B., 2005. Comparative study among different methodologies to determine storm sewer inlet efficiency from test data. <http://www.flumen.upc.edu/admin/files/64.pdf> (03.07.2009).
- Gökdağ, M., 1991. Yol üst yapısının drenajı. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler, 47(9): 29-30.
- Guo, J. C. Y., 2000. Design of grate inlets with a clogging factor. *Advances in Environmental Research*, 4: 181-186.
- Guo, J. C. Y., MacKenzie, K., Mommandi, A., 2007. Street Inlet In Sump. *Journal of Hydraulic Engineering*. [http://carbon.ucdenver.edu/~jguo/PaperWeb/\(ST3\)Street%20Sump%20Inlet.pdf](http://carbon.ucdenver.edu/~jguo/PaperWeb/(ST3)Street%20Sump%20Inlet.pdf) (27.02.2014)
- Guo, J. C. Y., MacKenzie, K., 2012. Hydraulic Efficiency of Grate and Curb- Opening Inlets Under Clogging Effect. Colorado Department of Transportation DTD Applied Research and Innovation Branch, Colorado.
- Mackenzie, K., Guo, J. C. Y., 2011. Hydraulic Efficiency of Street Inlets Common to Urban Drainage and Flood Control District Region. [http://www.udfcd.org/downloads/pdf/tech\\_papers/UDFCD%20Street%20Inlet%20Capacity.pdf](http://www.udfcd.org/downloads/pdf/tech_papers/UDFCD%20Street%20Inlet%20Capacity.pdf) (27.02.2014).
- Mays, L. W., 2004. Urban Stormwater Management Tools. <http://books.google.com/books?id=W3OPFHUqhj8C&pg=PT152&dq=Design+and+Construction+of+Urban+Stormwater+Management+Systems&hl=tr#PPT142,M1> (16.06.2009).
- McEnroe, B. M., Wade R. P., Smith A. K., 1999. Hydraulic Performance of Curb and Gutter Inlets. Department of Civil and Environmental Engineering University of Kansas, Kansas.
- Perks, A. R., Hewitt, R. G., 2004. Curb Inlets can improve service and reduce cost. <http://www.esemag.com/0604/curb.html> (10.06.2009).
- Schmitt, T. G., Thomas, M., Ettrich, N., 2004. Analysis and Modeling of flooding in urban drainage systems. *Science Direct*, 299: 300-311.
- Smith, M. B., 2006. Comment on Analysis and Modeling of flooding in urban drainage systems. *Science Direct*, 317: 355-363.
- Şahin, H. I., 2006. Izgara Tipi Yağmursuyu Giriş Yerlerinin Meskun Bölge Drenajı Kapsamında İncelenmesi. Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tezel, G., 2005. Meskun Bölge Yollarındaki Yağmursuyu Drenaj Sistemlerinin Hidroliği ve Tasarımı, Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Woo, D. C., Jones J. S., 1974. Hydraulic Charecteristics of Two Bicycle-safe Grate Inlet Designs. U.S Department of Transportation Federal Highway Administration, Washington, D. C.
- Yayla, N., 2004. Karayolu Mühendisliği. Birsen Yayınevi, 285, İstanbul.