



Araştırma Makalesi / Research Article

Kent İçi Yollarda Yüzeysel Yağmur Suyu Drenajı İçin Performans Analizi: Diyarbakır Örneği

Performance Analysis for Surface Rainwater Drainage on Urban Roads: The Case of Diyarbakir City

Rehber GÜNEŞ^{1,*}, Tamer BAĞATUR², Hüseyin FİDAN³

^{1,3} Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1455558>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 19 Mart 2024

Revize, 01 Mayıs 2024

Kabul, 03 Mayıs 2024

Online Yayınlama, 29 Mayıs 2024

Anahtar Kelimeler

Drenaj, Kent içi yol, Yağmursuyu girişleri, Yüzeysel drenaj

ARTICLE INFO

Article History

Received, 19 March 2024

Revised, 01 May 2024

Accepted, 03 May 2024

Available Online, 29 May 2024

Keywords

Drainage, Urban road, Stormwater inlets, Surface drainage

ÖZ

Bu çalışmada, Diyarbakır şehrinin en işlek kent içi yollarından biri olan Şanlıurfa yolu yağmursuyu drenaj oluklarının sayı ve kapasite açısından yeterliliği irdelenerek yüzeysel drenaj bakımından performans analizinin yapılması amaçlanmıştır. Uygulama alanı olarak seçilen Nazım Hikmet Caddesi-Mahabad Bulvarı arası yol kesitinin yağmur suyu giriş yerleri ve Yeni Hal Köprülü Kavşağı alt geçit girişi – Kantar Köprülü Kavşağı alt geçit girişi arası yol kesitinin yağmursuyu giriş yerlerinin belirlenmesi için seçilen iki uygulama alanı sırasıyla 7 ve 5 adet yol kesitine bölünerek, Manning ve Rasyonel Metot ile yağmur suyu oluklarının sutaşıma kapasitesi hesabı yapılmış olup yoldaki mevcut düzen için karayolları yönetmeliğinin belirtmiş olduğu ızgara tipli olukların ebatlarına göre yağmur suyu girişleri arası mesafe hesaplanarak, mevcutta bulunan olukların sayısı ve kapasiteleri karşılaştırılarak uygulama alanı olarak seçilen yol kesitinin yağmur suyu oluklarının kapasiteleri ve sayısının yeterli olup olmadığı, hidrolik analizlerle değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme neticesinde, uygulama alanı olarak seçilen yolun mevcut yağmursuyu giriş yerlerinin kapasitesi ve sayısı bakımından yetersiz olduğu ve ayrıca yerleşim düzenlerinin yanlış olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this study, it was aimed to analyze the adequacy of stormwater drainage gutters on Şanlıurfa road, one of the busiest urban roads of Diyarbakir city, in terms of number and capacity and to analyze their performance in terms of surface drainage. In order to determine the stormwater inlet locations of the road section between Nazım Hikmet Street and Mahabad Boulevard

*Sorumlu Yazar

E-posta Adresleri: 2rehbergunes1@gmail.com (Rehber GÜNEŞ), tbagatur@dicle.edu.tr (Tamer BAĞATUR),

tem023@hotmail.com (Hüseyin FİDAN),

and the stormwater inlet locations of the road section between Yeni Hal Interchange underpass entrance and Kantar Interchange underpass entrance, the two application areas were divided into 7 and 5 road sections respectively, Manning and Rational Method were used to calculate the water carrying capacity of the rainwater gutters, and the distance between the rainwater inlets was calculated according to the dimensions of the grid type gutters specified by the highway regulations for the existing layout on the road, and the number and capacities of the existing gutters were compared, and it was evaluated by hydraulic analysis whether the capacity and number of rainwater gutters of the road section selected as the application area were sufficient. As a result of the evaluation, it was determined that the existing stormwater inlets of the road selected as the application area were inadequate in terms of capacity and number of stormwater inlets and also their layout was incorrect.

1. GİRİŞ

Kent içi karayolu hem yapım aşamasında hem de hizmet süresi boyunca yağmur suyunun aşındırıcı etkisinden dolayı istenilmeyen sonuçların meydana gelmesine neden olabilmektedir. Yolun ana gövdesi ve yüzeyinde yağmur suyunun birikmesi yol platformunun ana gövdesinde ve üst yapısında çeşitli deformasyonlara ve hasarlara neden olabilmektedir. Bundan dolayı, bir yol proje tasarımında, yol platformunun yüzey suyu ve zemin bünyesindeki sudan uzak tutulması yolun yapım aşamasından kaplama düzenine kadar yolun imalatındaki tüm safhalar boyunca yüzeysel yağmur sularından korunması önem arz eden bir konudur [1]. Kısacası yolun yüzeysel yağmursuyu drenajı yetersiz olması halinde, yol platformuna ciddi zararlar oluşabilmekte ve bunun neticesinde yol bakım, onarım maliyetleri artmakta ve yol güvenliği trafik açısından azalmaktadır. Kent içi karayolunda; yolun kullanım süresinin artması ve onarım masraflarının en aza indirgenmesi için yüzeysel yağmur sularının yolun ana platformundan uzaklaştırılması gerekmektedir. Son zamanlarda yol konforunun artmasıyla birlikte, yağmur suyu giriş yerleri sayıca azaltılmış ve yağmur suyu giriş yerleri arasındaki olması gereken mesafe artırılmıştır [2]. Bu sebeplerden ötürü donanımı yüksek bir drenaj ağına ihtiyaç duyulmaktadır. Suyun zararlı etkileri karayolları, demiryolları, havaalanları vb. ulaşım yapılarında belirli bir seviyede tutulmazsa önemli sorunlara sebep olabilmektedir [3]. Yol platformu taban ve gövde zemini suya doygunluk açısından kısmi veya tamamen doygunluk seviyesine gelindiğinden ve trafiğin verdiği hareketli yükler ve sabit yüklere maruz kaldığında gözenek suyu basıncı oluşmaktadır. Bunun neticesinde karayolu taşıma gücü azalmaktadır. Taşıma gücünün azalmasıyla birlikte yol platformunda kısmi çökmelere neden olmaktadır şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Drenaj yetersizliğinden kaynaklı oluşan oturmalar

Yolun ana gövdesini oluşturan zeminin bünyesinde bulunan serbest ve kapiler suyun, donması sebebiyle zemin hacminin artmasına yol açmakta ve yolun üst seviyesinde tahribata neden olmaktadır. Hava sıcaklığının artmasıyla donmuş olan zemin suyu çözünmeye başlar ve bundan ötürü zeminin sıvılaşmasına neden olmaktadır [4]. Sıvılaşan zemin trafik yüklerinin oluşması neticesinde yolun üst kısmına doğru ilerler ve bu sebepten yolun temel tabakasını daneli malzemesine girerek daneler arasındaki aderansın azalmasına neden olmakta ve bu yüzden temel zeminin taşıma kapasitesinde düşüşe neden olmaktadır [5]. Yolun yarma kesitlerinde, yolun ana gövdesine gelen su akımları yol platformu zemininde kayma yüzeyleri meydana getirerek stabilize yol yapısını tahrip etmekte ve zeminde kaymalara sebep teşkil etmektedir. Yağışlı havalarda, yolun üst kısmında göllenme durumunda su, araç lastiği ile yol yüzeyi arasında ince bir katman oluşturmakta bundan ötürü sürtünme kat sayısı düşmektedir. Şekil 2’de olduğu gibi sürtünmenin azalmasıyla birlikte araç lastiği ile yol arasındaki teması kısmen veya tamamen engellediğinde araçların kontrolden çıkmasına ve bunun sonucunda trafik kazaları meydana gelmesine neden olmaktadır.



Şekil 2. Yağıştan sonra yol yüzeyi ile araç lastiği arasında oluşan manzara [6].

Bu çalışmada, kent içi yolların yüzeysel yağmursuyu drenajı ile ilgili genel bilgiler verilmiş olup, Diyarbakır şehrinin en işlek kent içi yollarından biri olan Urfa yolu yağmursuyu drenaj oluklarının sayısı ve kapasite açısından yeterliliği irdelenerek yüzeysel drenaj bakımından performans analizinin yapılması amaçlanmıştır. Konu ile ilgili yapılan literatür taramaları aşağıda verilmiştir.

Kentsel yol yüzey drenajının etkisinin değerlendirilmesini ele almış olup, genel olarak, yol yüzeyi drenajının çalışma alanı yetersiz bulunmuştur. Yetersiz drenaj yapıları sağlanması, uygun olmayan bakım ve aralarında uygun ara bağlantı eksikliği yol ve drenaj altyapıları gibi nedenler yol kaplama malzemesine zarar verileceğini analiz etmişlerdir [7].

Fırtına olayları nedeniyle yollardaki fazla yüzey suyu, trafik için tehlikeli senaryolara neden olabilmektedir. Ayrıca verimli yol ve ulaşım tesisi drenaj sistemlerinin tasarımı büyük bir zorluktur. Fazla yüzey suyunu sınırlamak için farklı yaklaşımlar, farklı ülkelerin drenaj tasarım standartlarında bulunabilmektedir. Bu belge, hidrolik sayısal simülasyona ve Iber modeli kullanılarak ızgara giriş verimliliğinin değerlendirilmesine dayalı bir yöntem sunmaktadır. Yöntem, farklı ülkelerin yönetmeliklerine göre tasarım kriterlerine uygulama için uygundur. Sunulan yöntem, her senaryoda dikkate alınan ızgara girişlerinin her birinin hidrolik davranışının tam kontrolü yoluyla farklı yıkayıcı eğilimlerinin performansının duyarlılık analizlerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıntılı hidrolik bilgiler, daha iyi kararlar almak ve verimliliği en üst düzeye çıkaran çözümler elde etmek için farklı çözüm karşılaştırmalarının temeli olabilir sonucuna varmışlardır [8].

Kaplama sistemindeki nem, nem hasarına, modülün azalmasına ve mukavemet kaybına neden olabileceğini, kaplama sistemlerinin tamamen doygunluğu, yalnızca pozitif toplam yüklerin mevcut olması ve pürüzlülüğün doygunluğu sağlanacak şekilde dağıtılması durumunda gerçekleşebileceğini, suyu zararlı etkileri ancak suyun kaldırım sistemine girmesinin engellenmesiyle azaltılabileceğini, sızan suyun gecikmeden boşaltılması durumunda kaplamanın hizmet ömrü 1,5 kat daha fazla olabileceğini vurgulamışlar. Ayrıca iyi drenaja sahip kaplama sistemlerinin, drenajsız kaplama sistemlerine göre 2 ila 3 kat daha fazla tasarım ömrüne sahip olduğunu belirtmişlerdir [9].

Ulaşım altyapısını tehdit eden doğal afetler arasında yer alan su baskını, karayollarının tasarımını, işletimini, verimliliğini ve güvenliğini zora soktuğu için karayolları için büyük bir tehlike oluşturduğunu, aşırı durumlarda, trafiğin büyük ölçüde engellenmesine ve yol yapılarının doğrudan zarar görmesine ve bölgenin ekonomik faaliyetlerine ve kalkınmasına dolaylı zarar vermesine yol açabildiğini, bu tür sonuçların önlenmesini ve mevcut altyapı için uyarlanabilir önlemlerin önerilmesini sağlamak amacıyla, bir otoyol boyunca su baskınlarına karşı en hassas noktaların belirlenmesine yönelik entegre bir çerçeve sunmuşlardır [10].

Karayolu kazalarına neden olan olumsuz karayolu unsurları arasında; standartların altında yol hizalaması veya geometrisi, banket ve banket kusurlarının olması, yaya tesislerinin olmaması veya uygunsuz olması, dar ve kusurlu şeritler ve köprü/köprü yaklaşımları yer almaktadır. Yol kenarındaki tehlikeler, tanımlanmamış kaldırım merkezi ve kenar çizgileri, zayıf görüş mesafeleri, işaretlenmemiş ve uygunsuz kavşak tasarımı, güzergâh boyunca ciddi tahsis eksiklikleri, geliş güzel otobüs durakları ve diğer etmenler suyun birikmesinin nedenleri olarak saptamış ve otoyol yüzey drenaj sistemi ve yol kesiminde su birikimi sorunlarına çözüm aramıştır [11].

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada, kent içi yolların yüzeysel yağmursuyu drenajı ile ilgili genel bilgiler verilmiş olup, Diyarbakır şehrinin en işlek kent içi yollarından biri olan Şanlıurfa yolu yağmursuyu drenaj oluklarının sayısı ve kapasite açısından yeterliliği irdelenerek yüzeysel drenaj bakımından performans analizinin yapılması amaçlanmıştır. Manning ve Rasyonel Metot olmak üzere iki farklı metot bulunmaktadır. Bu iki metodun yağmur suyu oluklarının hesaplanmasında kullanılması tavsiye edilmektedir. Yağmur suyu oluklarının su iletme kapasitesi hesabı yapılmış olup yoldaki mevcut düzen için karayolları yönetmeliğinin belirtmiş olduğu ızgara tipli olukların ebatlarına göre yağmur suyu girişleri arası mesafe hesaplanmıştır. Mevcutta bulunan olukların sayısı ve kapasiteleri karşılaştırılarak uygulama alanı olarak seçilen yol kesitinin yağmur suyu oluklarının kapasiteleri ve sayısının yeterli olup olmadığı, hidrolik analizlerle değerlendirilecektir.

2.2 Yüzeysel Akış Miktarı

Yüzeysel akış aynı zamanda karasal akış olarak da bilinir, kanal akışının aksine, suyun yer yüzeyindeki akışıdır. Bu akış türü, toprağın maksimum kapasitesinin suya doymuş hale gelmesi ve yağmurun toprağa sızabilecek olan su miktarından fazla olması durumunda meydana gelebilmektedir. Yol, kaldırım, beton kaplama gibi geçirimsiz örtülerden gelen yüzeysel akışın, zemine sızmasına izin vermemesi nedeni ile oluşmaktadır. Öte yandan, akış doğal veya suni yollarla meydana gelebilmektedir. Akış miktarının hesaplanmasında en popüler metot olan Rasyonel Metot kullanılmaktadır.

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

Burada; Q=Akış miktarı debi (lt/sn)

C=Akış katsayısı (Boyutsuz)

I=Yağış şiddeti (mm/saat)

A=Drenaj havzası alanı (km²)

Denklem (1)'de ki akış katsayısı (C) kaplama ve zemin türlerine göre, değişiklik göstermektedir. Akış katsayıları hem beton hem de asfalt kaplama için 0,80-0,95'dir Tablo 1'de verilmiştir [12].

Tablo 1. *Kaplama ve zemin türlerine göre yüzeysel akış katsayısı (C)*

Kaplama ve Zemin Özellikleri	Akış Katsayısı (C)
Beton veya Asfalt Kaplama	0,80-0,95
Çakıl Yollar	0,35-0,75
Parklar ve Yeşil Alanlar	0,10-0,35
Hafif Çayırıklar	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 İçi Ekili Araziler	0,10-0,30

Yağış şiddeti (I); yerel yağış yoğunluğu-süresi ile tanımlanmaktadır. T_c dakika cinsinden konsantrasyon süresi aşağıdaki bağıntıda verilmiştir.

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

Burada;

T_c = Konsantrasyon süresi (dk)

L = Akışın havza girişi ile çıkışı arasında katettiği en uzak akış uzunluğu (m)

H = Kot farkı (m).

Hesaplanan konsantrasyon süresi, yağış şiddeti-süre-tekerrür eğrilerini oluşturmada kullanılmaktadır.

Rasyonel metot ile hendeklerin maksimum iletebileceği debi hesaplanır. Manning yöntemi ile hesaplanan debiyi arazi yapısına göre belirli hız limitlerini aşmayacak bir biçimde en uygun ve en ekonomik hendek kesiti bulunur. Ark ve cadde cinsine göre Manning 'n' pürüzlülük katsayısı asfalt kaplama için 0,012 Tablo 2'den alınmıştır [13].

Tablo 2. *Manning 'n' pürüzlülük katsayısı*

Ark ve Cadde cinsi	Manning 'n'
Beton giriş yeri	0,012
Asfalt kaplama	0,012
Yumuşak tip	0,013
Sert tip	0,016
Asfalt kaplanmış giriş yeri	0,016

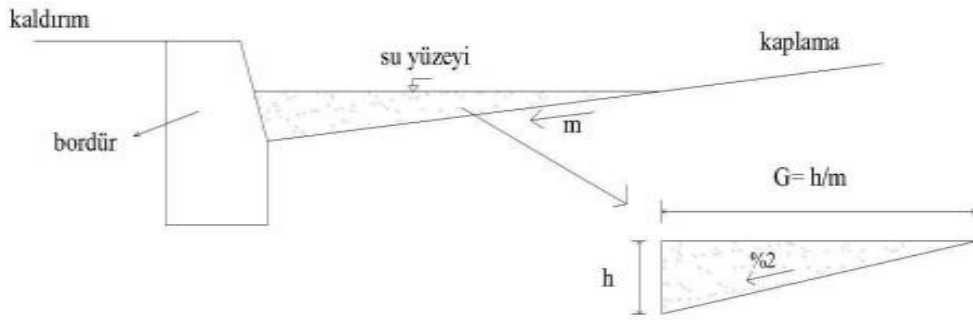
Yumuşak	0,013
Sert	0,015
Beton kaplama	0,015
Mala ile düzeltilmiş	0,014
Tırmık ile düzeltilmiş	0,016

$$Q = (1/n).R^{2/3}.S^{1/2}.A \quad (3)$$

Burada;

S=Kanalın eğimi (m/m)

n=pürüzlülük katsayısı



Şekil 3. Bordür su oluğu kesiti [14].

Şekil 3'te verilen bordür oluğu kapasite hesabı genellikle Manning formüllü aşağıdaki forma dönüştürülerek hesap yapılmaktadır.

$$Q_{b2} = 0,00175.(1/m.n).S^{1/2}.h^{8/3} \quad (4)$$

Burada;

Q_{b2}=Su iletme kapasitesi (lot /sn)

m=Yolun enine eğimi

h=Su derinliği (cm)

G=Bordür oluğu için yayılma mesafesi

Su derinliği (h) aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [15].

G=h/m

2.3 Yağmursuyu Girişlerinin Kapasite Hesabı

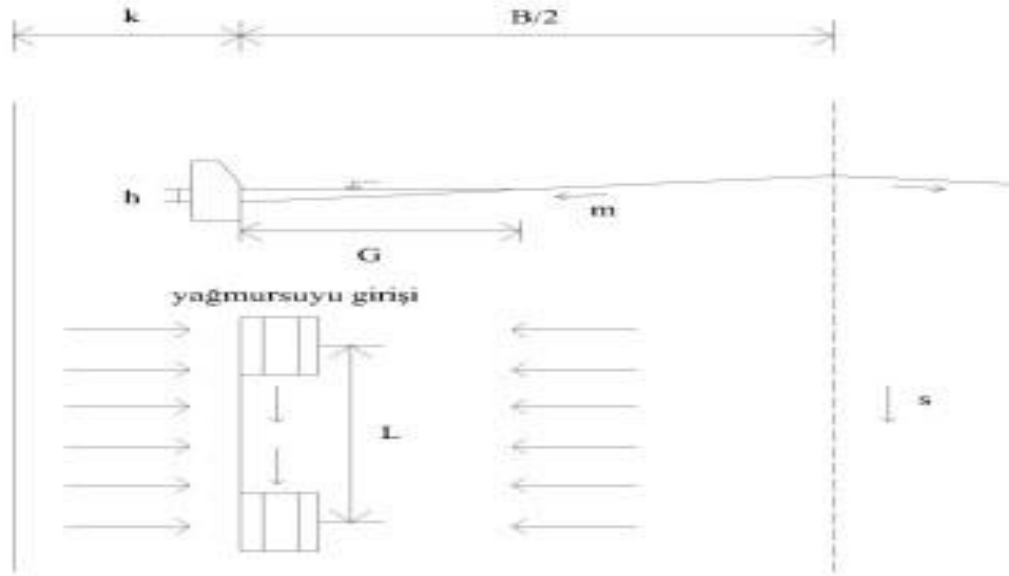
Trafik güvenliğini sağlamak ve yağmur sularının daha fazla yayılarak yol yapısına zarar vermemek için bordür oluklarına yağmur suyu girişleri yerleştirilir. Yağmur suyu girişine gelen suyun miktarının hesaplamak için Rasyonel Metot kullanılmaktadır [16].

Burada;

$$Q_b = (1/3600).(C.I.A) \quad (5)$$

Yağış havzası, su toplama genişliği ile kaldırım genişliğinin toplamının yağmur suyu girişleri arasındaki mesafe (L) ile çarpımıdır.

Yağış şiddeti (I), konsantrasyon süresi (T_c) ve tasarım frekans eğrisinden alınır. Yolun eğim değerleri için suyun konsantrasyon süresi 5 ila 15 dakikadır [17]. Konsantrasyon süresi T_c 2 ve 2'den küçük eğim yüzdeleri için 15 dk'dır [18]. Yağış şiddetinin belirlenmesinde başka bir etken olan tekerrür süresi düşey kurb için 50 yıldır [18]. Yağmur girişlerinin ara hesabı Şekil 4'te ki verilen değerlerin bulunması ile sonuçlanır.



Şekil 4. Yağmur oluklarının ara mesafesi [14].

Yol için yağış alanı;

$$A = (B/2 + k).L \quad (6)$$

Burada;

K=Kaldırım genişliği (m)

B=Yol gövdesi genişliğinin $\frac{1}{2}$ ' si (m)

L=İki oluk arası mesafe (m)

Rasyonel Metot uygulanarak;

$$Q_{b1}=(1/3600).C.I.(B/2+k).L \quad (7)$$

Yağmur suyu girişlerinin su iletme kapasitesi (m, n ve S)'e bağlı olacak şekilde;

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

$Q_{b1} = Q_{b2}$ eşitlenerek oluklar arası mesafe (L) varsayımsal olarak bulunur. Hesaplanan yağmur suyu girişi ebatları, suyun yağmur suyu üzerinden geçmeyeceği yanıl alanlardan gelen suyun tamamen girişlere girdiği ve oluk kapasitesinin tüm gelen yağış sularını alabileceği kabulü yapılır.

2.4 Uygulama Alanı Olarak Seçilen Yol Kesitinin Yağmur Suyu Giriş Yerlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Nazım Hikmet Caddesi-Mahabad Bulvarı istikameti gidiş sağ şerit 1 numaralı yolun yağmur suyu giriş yerlerinin belirlenmesi çalışmanın örnek bir kesiti olarak sunulmuş ayrıca diğer yol kesitleri hesaplamaları yapılmış olup araştırma bulguları başlığı altında Şekil 11'de yağmur suyu girişleri sayısı mavi renk ile gösterilmiştir. Yeni Hal Köprülü Kavşağı alt geçit girişi – Kantar Köprülü Kavşağı alt geçit girişi arasında ızgaralı yağmur suyu girişlerinin sayısı ise aynı metot ile hesaplanarak Şekil 12'de siyah renk ile gösterilmiştir.

Izgara girişleri kapasite hesabı;

L=514 m

B=10 m

k=3 m

S=0,02

m=0,02 n=0,015 Tablo 2'den bulunur.

G=2 m

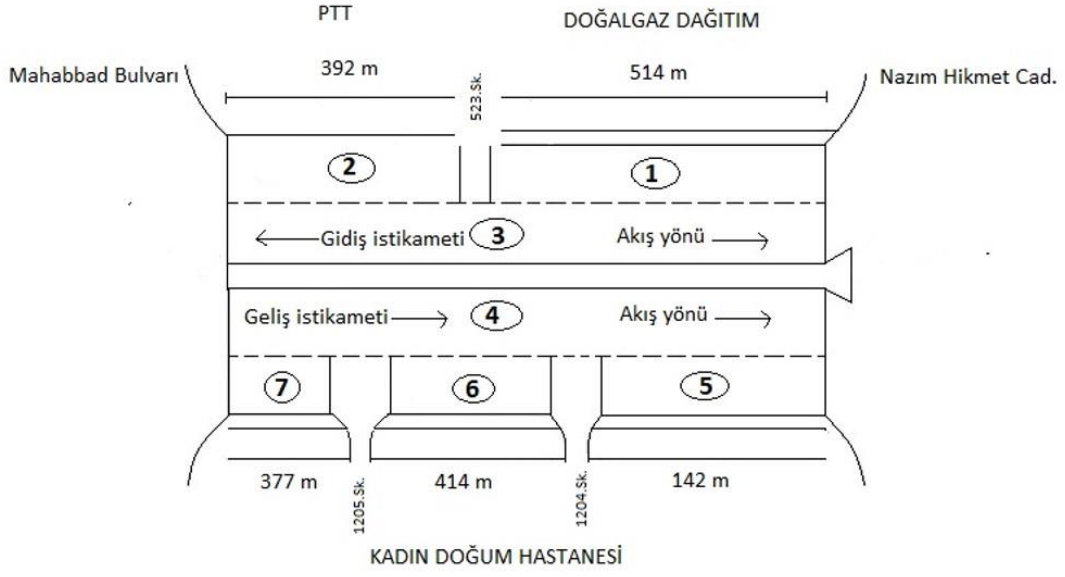
$G=h/m \longrightarrow h=G.m$

H=2.0,02=4 cm

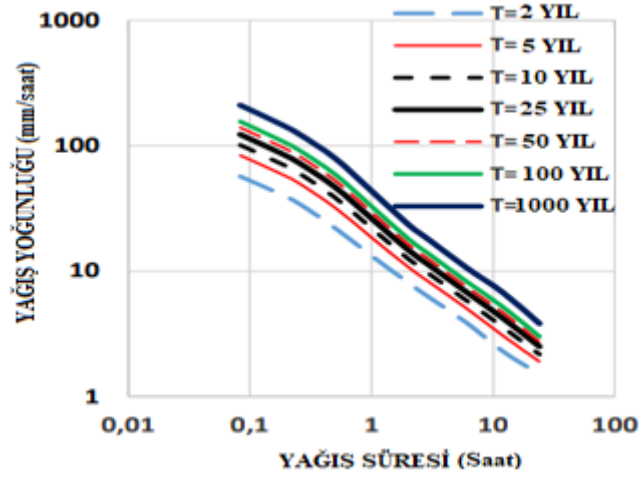
$Q_{b2}=0,00175.(1/m.n).s^{1/2}.h^{8/3}$ lt/sn

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

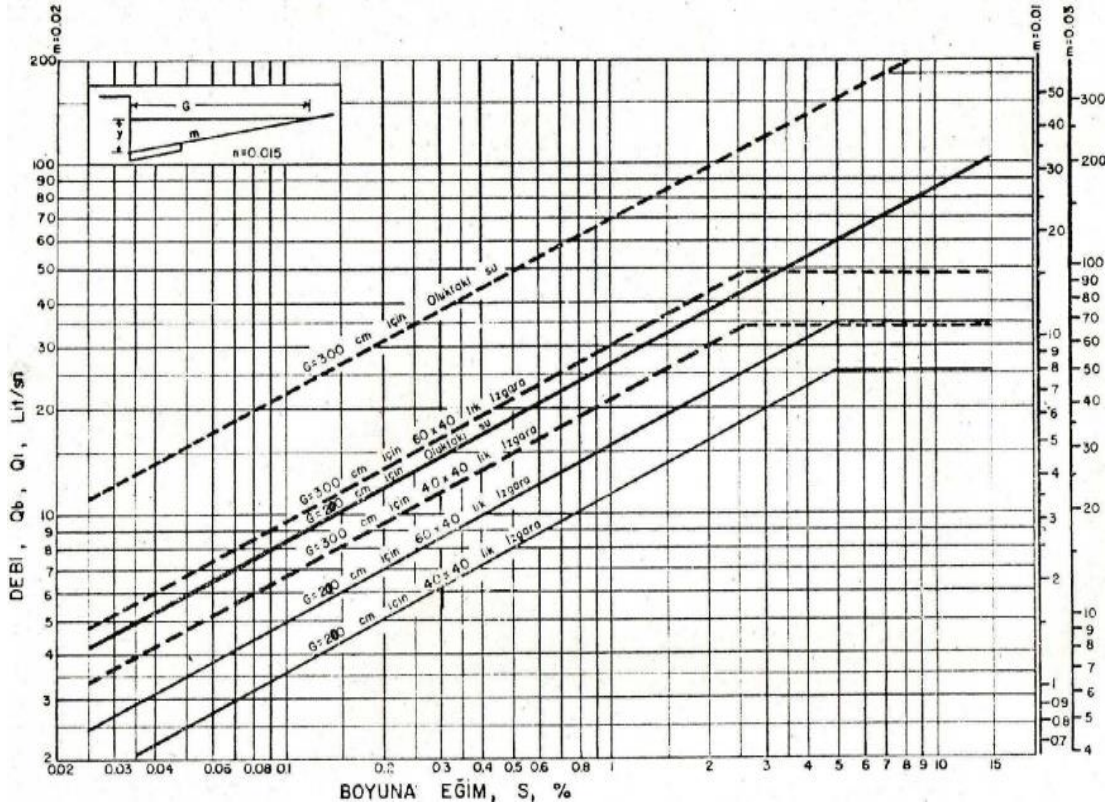
$Q_{b2}=33$ lt/sn Izgara girişi kapasitesi



Şekil 5. Nazım Hikmet Caddesi-Mahabad Bulvarı arası yol genel görünümü



Şekil 6. Diyarbakır ili Bağlar ilçesi yoğunluk-süre-frekans eğrisi



Şekil 7. $G=200$ cm ve $G=300$ cm'ye göre bordür oluğu su kapasitesi ve 60×40 ile 40×40 T.C.K'nın tip ızgaralarının su alma kapasiteleri [18].

Izgaralar arası mesafe hesabı;

$$Q_{b1} = (1/360) \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$C = 0,90 \text{ (Tablo 2)}$$

$$T_c = 15 \text{ dk}$$

Frekans 25 Yıl

$$I = 110 \text{ mm/saat (Şekil 6)}$$

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

$$A = (10/2 + 3) \cdot L$$

$$A = 8 \cdot L$$

$$Q_{b1} = (1/3600) \cdot 0,90 \cdot 110 \cdot 8 \cdot L$$

$$A = 0,22 \cdot L$$

Teorik olarak ızgaralar arası mesafe;

$$Q_{b1} = Q_{b2} \text{ debileri eşitlenerek } 0,22 \cdot L = 33$$

$$L = 150 \text{ m}$$

Seçilen ızgaralara göre; ızgaralar arası gerçek mesafe hesabı;

$$60 \times 40 \text{ Izgaralı yağmur suyu girişi (Şekil 7) } Q_{b3} = 23 \text{ lt/sn}$$

$$Q_{b1} = 0,22 \cdot L \text{ lt/sn}$$

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

$$23 = 0,22.L$$

$$L \cong 105 \text{ m}$$

40x40 Izgaralı yağmur suyu girişi grafikten $Q_{b3} = 17 \text{ lt/sn}$

$$Q_{b1} = 0,22.L \text{ lt/sn}$$

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

$$17 = 0,22.L$$

$$L \cong 77 \text{ m}$$

Yolun tamamına gelen yağmur suyu debisi

$$Q_b = 0,22.514 \cong 113 \text{ lt/sn}$$

Izgaraların yerleştirilmesi; yolun başlangıç noktasına yerleştirilen 1 adet 60x40'lık ızgara, 105 metrede bir yerleştirilmelidir. Her bir ızgara kapasitesi 23 lt/sn olduğuna göre; $4.23 \text{ lt/sn} = 92 \text{ lt/sn}$ almaktadır. 514 metrelik yola gelen toplam yağmur suyu debisi (Q_b) 113 lt/sn'dir. Geriye kalan taşınması gereken yağmursuyu debisi ise $113 - 92 = 21 \text{ lt/sn}$ 'dir. 40x40'lık ızgaralar 17 lt/sn debilik yağmursuyu aldığından, yolun sonuna 2 adet 40x40'lık ızgara yerleştirilmelidir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

İnceleme alanı olarak seçilen yol güzergâhlarının yüzeysel drenaj bakımından yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Yüzeysel drenajın yetersiz olması, yağışlı günlerde yolun bir kısmına yağmur suyunun birikmesini sağlamaktadır. Oluşan su birikintileri yağmur suyu girişlerinin gerisinde yayılmalara neden olmaktadır. Bu durum, trafik akışını olumsuz etkilemekte ve yol platformuna zarar vermektedir. Şekil 8'de görüldüğü gibi Nazım Hikmet Caddesi- Mahabad Bulvarı arasındaki yol kesitinde, izin verilen 2 metre yayılma genişliği sınırını aştığı görülmektedir. Yayılma genişliğinin izin verilen genişlikten bir hayli büyük olması, olası trafik kazalarına ve yol platformunun hasar görmesine neden olmaktadır.



Şekil 8. Nazım Hikmet Caddesi- Mahabad Bulvarı arası yolun yayılma genişliğinin aşılmasından kaynaklı oluşan manzara [15].

Şekil 9’da yağmur suyu giriş kapasitesinin yetersizliği, yağmur suyu giriş noktalarının gerisinde su birikmesine, biriken suyun tahliye edilmemesi nedeniyle asfalt kaplamanın yağmur suyuna maruz kalmasına, kaplamanın ziftten sıyrılabilmesine ve bunun sonucunda çukurların, çatlakların, kılcal çizgilerin ve dalgaların oluşmasına neden olmaktadır. Yetersiz drenaj, her yıl yol bakımının yapılmasına ya da yolların tümünden yenilenmesine neden olmaktadır. Bu da yolun bakım ve onarım maliyetini oldukça artırmaktadır.



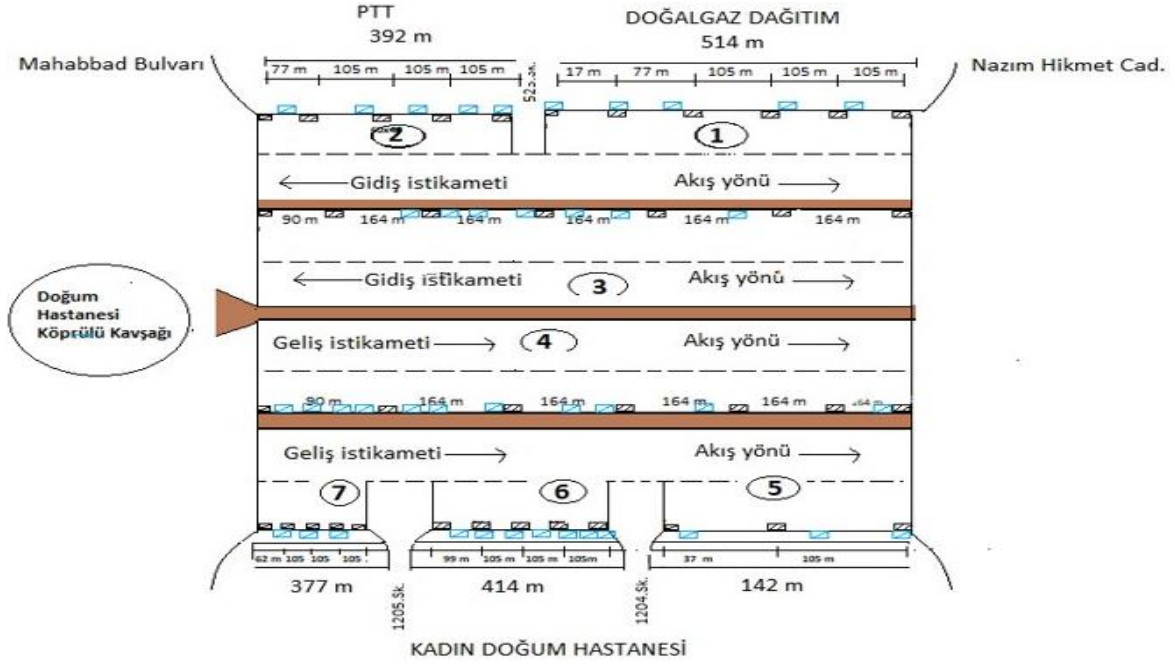
Şekil 9. Su tahliyesi yapılmaması sonucu oluşan tahribat

Şekil 10’da görülmekte olan ızgara boyutunun 60x40 ile 40x40 T.C.K’nın tip ızgaralarının su alma kapasitelerine göre oldukça küçük ve yerleştirme aralığı oldukça büyük olması su yayılma genişlik sınırının 3 metreden fazla olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla trafik emniyetini tehlikeye sokarak trafik akışı açısından olumsuzluklar meydana getirebilmektedir.



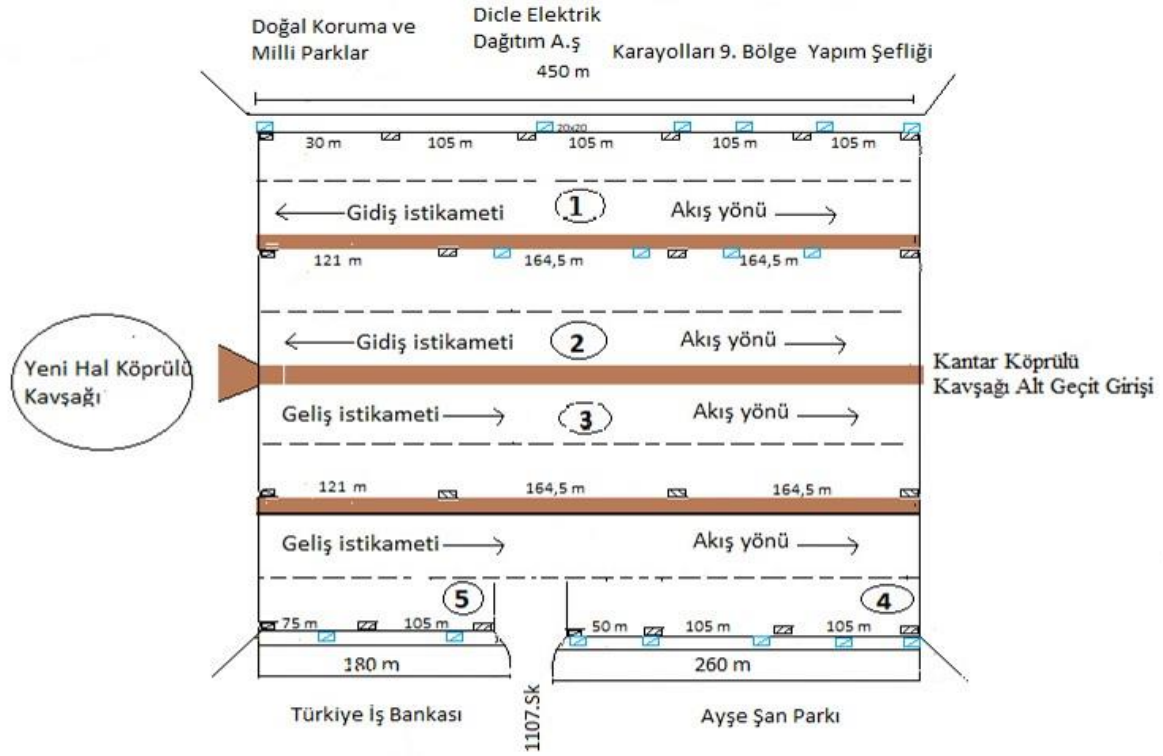
Şekil 10. Mevcut yolda yetersiz yağmur suyu giriş ızgarası

Şekil 11’de görülmekte olan Nazım Hikmet- Mahabad Bulvarı arası yolda; siyah renk ile belirtilen ve yol kenarına konumlandırılan ızgaraların mevcut durumu görülmektedir. Hesaplamalar sonucu bulunmuş ve yerleştirilmesi gereken yağmur suyu girişleri mavi renk ile gösterilmiştir. Şekil 11’de gösterilen düzende mevcut ızgara sayısı ve ebadı bakımından gidiş istikametinin orta ve sağ şeritlerinde yetersizdir. Ayrıca kavşakların giriş ve çıkışlarına kısmen yağmur suyu girişleri yerleştirilmiştir.



Şekil 11. Nazım Hikmet Caddesi- Mahabad Bulvarı arasında ızgaralı yağmursuyu girişlerinin karşılaştırılması

Şekil 12’de görülmekte olan Yeni Hal Köprüsü Kavşağı alt geçit girişi – Kantar Köprüsü Kavşağı alt geçit girişi arası yolda; mavi renk ile gösterilen ızgaralar mevcut durumu göstermektedir. Hesaplamalar sonucu bulunmuş ve yerleştirilmesi lazım gelen yağmur suyu girişleri siyah renk ile gösterilmiştir. Şekil 12’de gösterilen düzende mevcut ızgara sayısı ve ebatı bakımından yetersiz olarak yerleştirilmiştir. Özellikle mevcut olan düzende gidiş-geliş istikametinde orta şeritte hiç ızgara yerleştirilmemiştir. Ayrıca kavşakların giriş ve çıkışlarında kısmen yağmur suyu girişleri yerleştirilmiş olup ebatları oldukça küçüktür.



Şekil 12. Yeni Hal Köprülü Kavşağı alt geçit girişi – Kantar Köprülü Kavşağı alt geçit girişi arasında ızgaralı yağmur suyu girişlerinin karşılaştırılması

4. SONUÇLAR

Kent içi karayolunda; yolun kullanım süresinin artması, bakım ve onarım gibi masrafların en aza indirgenmesi ayrıca trafik açısından konforlu ve güvenli olması için yağmur suyunun yol ana platformundan nitelikli bir drenaj ağı ile tahliye edilmesi gerekmektedir. Diyarbakır ili şehir merkezindeki Kantar Köprülü Kavşağı alt geçit girişi ile Yeni Hal Köprülü Kavşağı alt geçit girişi arasında kalan yol kesitinde ve Nazım Hikmet Caddesi- Mahabad Bulvarı arasında kalan yol kesitinde KGM tip ızgaralı girişler arası mesafe ölçüm hesabı yapılarak yol kesitindeki mevcut düzene göre yerleştirilmiştir. Mevcutta var olan yağmur suyu girişleri ile hesaplamalar sonucu bulunan yağmur suyu ızgaralı girişler arasında kıyaslama ve gözlem yapılmış olup, seçilen yol kesitlerinin yağmur suyu girişlerinin sayısı ve kapasitelerinin yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Seçilen yol kesitlerinin yağmur suyu giriş kapasite ve sayılarının yetersiz olmasından ötürü yağmur suları yolun ana gövdesinde yayılarak araç tekerleğinin yola olan temasını azaltarak tekerleğin dönme yerine öteleme hareketi yapmasına sebep olmaktadır. Araç tekerleğinin sürtünmesi azalması sonucu trafik akış emniyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Sonuç açısından değerlendirildiğinde kent içi yollarda bakım maliyetlerinin artması ve yol ömrünün uzatılması için yağmur suyu girişleri drenaj hesabı yapılarak olması gereken aralıklarla yerlerine mutlaka yerleştirilmelidir. Yağmur suyu giriş yerleri drenajı için şu önerilerde bulunulabilir:

1. Yolun ana gövdesinde yağmur sularının birikmemesi için yan yolların drenaj hesabı kendi içinde yapılarak yağmur suyu girişleri mutlaka konulmalıdır.
2. Türkiye genelinde ızgaralı yağmur suyu girişleri kullanımı oldukça yaygındır. Uygulamada bordür kenarına paralel yerleştirilmelidir bu sayede hem tıkanma problemi aşılanacak hem de su alma kapasitesi artacaktır.
3. Caddeler için drenaj uygulaması olarak ayrı bir yağmur suyu giriş dizaynı için %50 tıkanmayı tasarlarken, bordür girişi olan yağmur suyu girişleri için %10 tıkanma payı düşünülmektedir.
4. Yağmur suyu giriş konumları kavşaklar baz alınarak hesaplanmalı ve ayrıca hesaplama sonucuna göre yerleştirilmelidir.
5. Yolun eğimi fazla olan kısımlarında yağmur suyu girişleri kısa bir zaman diliminde tıkanabilmektedir. Bundan dolayı bu eğimli yerlerde kapasite hesabı yapıldığı zaman bordür giriş yerleri %10, çoklu girişlerde %20 ve cadde girişlerinde ise %30 tıkanma payı olacak şekilde hesap yapılmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını bildirmektedirler.

ETİK BEYANI

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uydıklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

YAZARLARIN KATKILARI

Yazar 1: Kavramsallaştırma, gözetim ve liderlik sorumluluğu, metodoloji, analiz, kurgulama, taslak hazırlama ve veri toplama. Yazar 2: Analiz araçlarını sağlama, analiz, inceleme, kavramsallaştırma, metodoloji ve doğrulama. Yazar 3: Veri toplama, verinin düzenlenmesi, inceleme ve yazma.

KAYNAKLAR

- [1] B. Çağlarer, “Karayollarında Drenaj İşleri,” Ankara: Bayındırlık Bakanlığı Yayını, 1972, s. 172.
- [2] N. Yayala, “Karayolu Mühendisliği,” İstanbul: Birsen Yayın Evi, 2004.

- [3] A. Tunç, “Yol Mühendisliğinde Geoteknik ve Uygulamaları,” İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım, 2002.
- [4] Z. Aytaş, “Zemin sıvılaşmasına zemin ve deprem parametrelerinin etkisinin değerlendirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman, 2019.”
- [5] H. B. Gençdal, S. A. Berilgen ve H. Kılıç, “Sıkıştırılmış yüksek plastisiteli kil bir zeminde hacim değişimi davranışının farklı başlangıç koşulları için incelenmesi,” Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt 35, no. 3, ss. 1421-1436, 2020.”
- [6] “Hergün Medya,” [Çevrimiçi]. Available: https://hergunmedya.com/haber/antalya_yagmura_teslim_oldu-66177.html. [Erişildi: 21 12 2023].
- [7] G. K. Warati ve T. A. Demissie, “Assessment of the effect of urban road surface drainage: a case study at Ginjo Guduru Kebele of Jimma town,” International Journal of Science, Technology and Society (IJSTS), cilt 3, no. 4, ss. 164-173, 2015.
- [8] J. A. Aranda, C. Beneyto, M. Sanchez-Juny ve E. Blade, “Efficient design of road drainage systems,” Water, cilt 12, no. 13, ss. 16-61, 2021.
- [9] Z. A. A. Farukh ve V. P. Ravekar, “Study on Drainage Related Performance of Flexible Highway Pavements,” International Journal on Recent and Innovative Trend in Technology, cilt 2, no. 9, ss. 79-89, 2016.
- [10] A. Pedrozo-Acuna, G. Moreno, P. Mejia-Estrada, P. Paredes-Victoria, J. A. Brena-Naranjo ve C. Meza, “Integrated approach to determine highway flooding and critical points of drainage,” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, no. 50, ss. 182-191, 2017.
- [11] D. Mukherjee, “Highway surface drainage system & problems of water logging in road section.,” *Int.J.Eng.Sci.*, cilt 3, ss. 44-51, 2014.
- [12] H. Fidan ve T. Bağatur, “Kent İçi Karayolu Alt Geçitlerde Yüzeysel Yağmur Suyu Drenajı İçin Hibrit Sistem Analizi: Diyarbakır Örneği,” Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt 12, no. 2, ss. 269-283, 2023, doi: 10.55007/dufed.1276718.
- [13] FHWA, “Federal Highway Administration,” 1996. [Çevrimiçi]. Available: fhwa.dot.gov. [Erişildi: 03 03 2024].
- [14] V. Gezder, “Kentiçi Yolların Yüzeysel Drenajı ve Erzurum Örneği,” Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2009.
- [15] FHWA, “Federal Highway Administration,” 1996. [Çevrimiçi]. Available: fhwa.dot.gov. [Erişildi: 03 03 2024].
- [16] H. Fidan, “Kent İçi Karayolu Alt Geçitlerde Yüzeysel Yağmur Suyu Drenajı İçin Hibrit Sistem Analizi: Diyarbakır Örneği,” Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2023.
- [17] “Karayolu Teknik Şartnamesi,” [Çevrimiçi]. Available: <http://www.tamyol.com.tr>. [Erişildi: 04 03 2024].
- [18] “KGM, Karayolları Genel Müdürlüğü” [Çevrimiçi]. Available: <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Root/default.aspx>. [Erişildi: 02 03 2024].