

Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı Design of siphonic rainwater drainage system

Bora DOĞAROĞLU¹, Mehmet Ali YURDUSEV²

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
boradogaroglu@gmail.com

²İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye.
yurdusev@cbu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 19.04.2019, Kabul Tarihi/Accepted: 23.11.2019

* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2019.74040

Özel Sayı Makalesi/Special Issue Article

Öz

Günümüzde yaygın olarak çatı yağmur suyu tahliyesi için geleneksel sistemler kullanılmaktadır. Son yıllarda, boruların tamamen dolu olarak çalışma prensibine dayalı olan sifonik drenaj sistemi kullanımı yaygınlaşmaktadır. Sifonik sistemdeki tam dolu akış prensibi ile geleneksel sisteme göre boru çapları azalmaktadır. Çok sayıda avantajlı özellikleri sayesinde özellikle sanayi ve ofis yapılarında bu sistem daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada sifonik çatı yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı örnek proje üzerinde değerlendirilmiştir. Aynı sistem geleneksel olarak da hesaplanmış ve sonuçlar maliyet açısından kıyaslanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi, Çatı drenaj sistemi, Sifonik sistem, Yağmur tahliye sistemi

Abstract

Today, conventional systems are commonly used for roof rainwater drainage. In recent years, the use of siphonic drainage systems has become widespread, based on the principle that the pipes are full flow. With the full flow principle in the siphonic system, pipe diameters are reduced compared to traditional (conventional) systems. Thanks to a number advantageous features, especially in industrial and office buildings, this system has started to be used more in widely. In this study, a design example of a siphonic rainwater drainage system was evaluated. The same system has traditionally been calculated and the results compared in terms of cost.

Keywords: Siphonic rainwater drainage system, Roof drainage system, Siphonic system, Rain drainage system

1 Giriş

Çatı yağmur suyu tahliyesi için birçok yapı türünde geleneksel (konvansiyonel) sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel yağmur suyu drenajı sisteminde yatay oluklara veya yüzeye eğim verilerek, bina içinde ve dışında iniş boruları ile bir yağmursuyu alt yapısına tahliye yapan, suyun doğal akışı prensibine dayanan drenaj sistemi uygulanmaktadır. Bu sistemde tahliye esnasında boru içerisinde yağmur suyu ile birlikte havanın da bulunması tahliye borusunun tam kapasite kullanılmasını engellemektedir [1].

Yaklaşık 40 yıldır kullanılmakta olan sifonik drenaj sistemi geleneksel sistemden farklı olarak yatay tahliye borusu hattında eğim gerektirmez. Bununla birlikte girdap kırıcı süzgeç aparatları sayesinde yağmur suyu drenajı esnasında tahliye borularına hava girişini engeller ve boruların tam kapasite tahliye yapmasını sağlar. Bunun sonucu olarak oluşan vakum etkisi ile yatay tahliye borularında eğim gerektirmeden yağmur suyunun drenajını sağlar [2]. Tam dolu akış sayesinde boru çapları azalırken tahliye hızı da artmaktadır. Ayrıca, uygulaması yapılan yapının enine ve boyuna uzun açıklıklarını geçebilen yatay hatlar oluşturarak, bina içerisinde iniş borusu ve rögar altyapısına ihtiyaç duymadan tahliye yağmur suyunu yapının dışına aktarabilmekte ve bina dışındaki rögar altyapısında veya su depolarında toplayabilmektedir. İlave olarak, sifonik drenaj sisteminde süzgeçlerin üzerindeki koruyucu aparatlar (yaprak tutucular vb.) ve boru içerisindeki vakum etkisi tahliye hattının tıkanmasını engellemektedir. Sifonik drenaj sistemi geleneksel sisteme göre sağlamış olduğu avantajları nedeni ile özellikle geniş çatı makası ve giriş açıklık ofis ve sanayi yapılarında, bina içerisine rögar altyapısı

gerektirmemesi ve suyu en kısa yoldan bina dışına aktarabilmesi de dikkate alınarak daha fazla tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, sifonik çatı yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı örnek proje üzerinde değerlendirilmiştir. Aynı proje için geleneksel sistem tasarımı da yapılmış ve sonuçlar maliyet açısından kıyaslanmıştır. Çalışma 2018 yılı Uluslararası Kentsel Su ve Atıksu Sempozyumunda aynı adla sunulmuştur [3].

2 Materyal ve yöntem

Bu çalışmada İzmir ili için standart zamanlarda gözlenen yağış değerleri dikkate alınarak bir sifonik sistem tasarım yöntemi üzerinde durulmuştur. Ayrıca örnek bir endüstriyel yapının çatısı için sifonik yağmursuyu drenaj sistemi ve konvansiyonel sistem tasarımı yapılmış ve sonuçlar maliyet açısından kıyaslanmıştır.

Sifonik sistem tasarımı yapılırken meteorolojik verilerden elde edilen "Standart Zamanlarda Görülen En Büyük Yağış Değeri" raporlarına göre son 100 yılda, 5 dakika için görülen en büyük yağış değeri hesaplanır [4]. Birçok il için olduğu gibi İzmir için de meteorolojik gözlem verileri ile hesap yapılabilmektedir. Gözlenmiş verilerin bulunmadığı durumlarda proje debileri Rasyonel Metot ile bulunabilmektedir.

2.1 Rasyonel metot

Şiddete bağlı bir yağış tahmin yöntemi olması, havza ve bir yağışın karakteristiklerine bağlı olarak zirve akım değerlerinin tahmininin yapılabilmesi sebebi ile rasyonel yöntem, yağmur suyu drenaj sistemlerinin tasarım ve analizlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir [5].

Zirve akım için Rasyonel Yöntem denklemi (Denklem 1);

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

Burada;

Q: Akım debisini (m³/s),

C: Drenaj alanı için ağırlıklı akış katsayısını,

I: Yağış şiddetini (mm/saat),

A: Drenaj alanını (hektar)

göstermektedir. Bu projede uygulamak üzere İzmir için uyarlanmış şiddet - süre - frekans denklemi olan Denklem (2) kullanılmıştır [6].

$$I = \left[\frac{3.8209T^{0.1841}}{t^{-0.3592}} \right] \cdot [60/t] \quad (2)$$

Denklem (2) kullanılarak 100 yıllık tekerrürlü 5 dakikalık yağış şiddeti 189.33 mm/saat olarak bulunmuş, birim dönüşümü ile yağmur suyu verimi I = 526.02 l/s/ha olarak hesaplanmıştır.

Denklem (1) deki akış katsayısı için 0.95 değeri oluklu çatı sistemi için hesaplamalarda kullanılmıştır [6].

Zirve akım için denklem (1) kullanılarak Denklem (3) elde edilir.

$$Q = 0.95 \cdot 526.02 \cdot A = 500 \cdot A \quad (3)$$

Bu sayede debi değeri 500 (l/s/ha) değeri ile alan çarpılınca debi bulunabilecektir. Projede 500 (l/s/ha) değeri 0.05 (l/s/m²) olarak kullanılacaktır.

2.2 Çalışma prensipleri

Sifonik drenaj sistemi, akışkanın enerji denkliği prensibi ile Bernoulli'nin akış denklemi kullanılarak tasarlanmaktadır [2]. Çatıya montajı yapılan sifonik süzgeç ile son tahliye noktası olan rögar bağlantısı arasında Denklem (4)'teki Bernoulli Denklemi uygulanır.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_e}{\rho g} + \frac{V_e^2}{2g} + Z_e + \sum_{j=1}^m (h_f)_j + \sum_{k=1}^n (h_t)_k \quad (4)$$

Denklemde P₁ ve P_e olarak ifade edilen basınç değerleri, çatı süzgeç tahliye girişinin ve açık ızgara kapaklı rögar (hava alabilen rögar) bağlantı noktasının basınç değerini ifade etmektedir. Bu iki değerde statik atmosferik basınca eşittir ve bu nedenle denklem eşitliğinden çıkartılabilirler.

Ayrıca sürtünme nedeni ile oluşacak toplam enerji kaybı ile kıyaslandığında süzgeç tahliye hızı ve rögar tahliye hızı önemsiz kalacağından bu değerler ihmal edilebilir.

Bu kabuller doğrultusunda Bernoulli eşitliğinin son hali Denklem (5)'teki gibidir [7].

$$Z_1 - Z_e - \sum_{j=1}^m (h_f)_j - \sum_{k=1}^n (h_t)_k = 0 \quad (5)$$

Denklem (5)'deki Z₁ ve Z_e terimi ile gösterilen süzgeç tahliye noktası ile rögar tahliye noktası arasındaki yükseklik farkından kaynaklanan enerji farkı, boru içerisindeki sürekli ve yersel sürtünme kayıplarına eşit olacaktır [7], [8]. Sifonik sistem analizi ve tasarımı bu eşitliği sağlayacak uygun çapta ve birleşimde sifonik süzgeç ve tahliye borusu hattının optimizasyonu ile yapılmaktadır.

2.1.1 Sürekli enerji kaybı

Sürekli enerji kaybı yani sürtünmeden oluşan kayıplar Denklem (6) ile hesaplanmıştır [7].

$$h_f = \left[\frac{f}{D_i} \right] \cdot \left[\frac{V^2}{2g} \right] \quad (6)$$

Burada,

h_f: Sürekli enerji kaybını,

f: Sürtünme katsayısı değerini,

D_i: Boru çapını,

V: Boru içerisindeki akış hızını,

g: Yerçekimi ivmesini,

İfade etmektedir.

Sürtünme katsayısı değeri Denklem (7) kullanılarak Colebrooke-White Yöntemiyle bulunmuştur.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k/D_i}{3.72} \right] \quad (7)$$

Burada;

k: pürüzlülük katsayısı olup sistemde kullanılan HDPE borular için 0,25x10⁻³ olarak kabul edilir.

Re: Reynolds Sayısı, Denklem (8) kullanılarak bulunmuştur.

$$Re = \frac{V \times D_i}{\nu} \quad (8)$$

Denklem (8)'de ν ile gösterilen kinematik viskozite değeridir.

2.1.2 Yersel enerji kayıpları

Yersel enerji kayıpları Denklem (9) ile hesaplanmıştır [7].

$$h_t = k \times \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

Denklem (9)'da "k" şekil değişiklerine bağlı bir değerdir.

Bu sistemde kullanılan "k" değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: "k" değeri tablosu.

Sistem Bölümü	"k" Değeri
Drenaj Başlangıç	1.500
Çatal	0.600
Redüksiyon	0.300
Çıkış Bitiş	1.800
Dirsek 90	0.800

3 Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı örneği

3.1 Ön tasarım

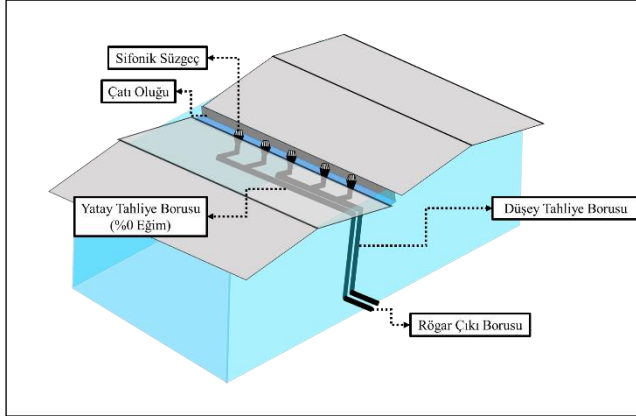
İzmir ili sınırları içerisindeki görsel Şekil 1'de verilen çatı planı ve kesiti Şekil 2 ve Şekil 3'te verilen projenin orta oluğunda sifonik yağmur suyu projesi uygulanması yapılacaktır. Seçilen projede çatı kaplaması, pürüzlülüğü 0,86 µm - 1,63 µm arasında olan galvaniz sac trapez levha ile yapılmış olup oluklu yağmur suyu drenajı mevcuttur [9].

İlk adım olarak uygulama alanına gelen yağış toplama miktarı belirlenir. Trapez kesitli çatılar için oluklu sistemlerde saniye başına hektarda 500 litre yağış toplandığı kabul edilerek hesap yapılır.

İkinci adım olarak oluğun su topladığı toplam çatı alanının bulunması gerekmektedir. Bulunan alan 500 l/s.ha (yani 0.05 l/s.m²) ile çarpılır. Bir sifonik süzgecin tahliye kapasitesi 15 l/s olarak kabul edildiğinden elde edilen değer 15 ile bölünüp kaç süzgeç gerekli olduğu bulunur.

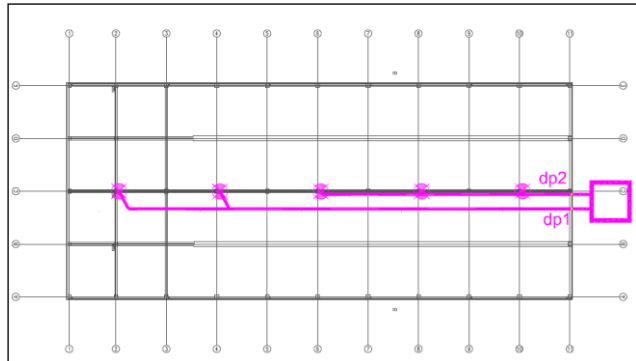
Tablo 2’de gösterilen hesaplama sonucunda 4.52 süzgeç adedi gerekli olduğu bulunmuştur. Bu rakam yukarı yuvarlanarak 5 süzgeç konulması gerektiği görülür.

Bundan sonraki adımda 5 süzgeç olabildiğince eşit aralıklarla yerleştirilmelidir. Her boru hattında en az 2 süzgeç olmalıdır.

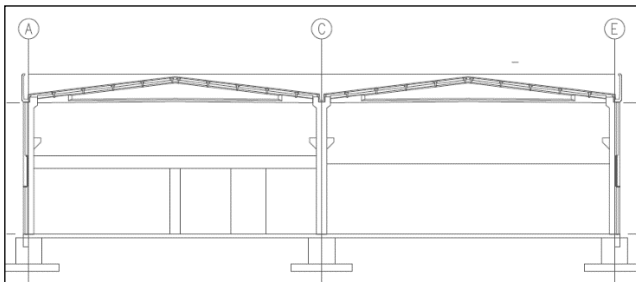


Şekil 1: Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi örnek proje görseli.

Bu örnek uygulamada drenaj boruları oluk yönünde tasarlanmıştır. Şekil 2 ve Şekil 3’teki plan ve kesite göre sol baştaki 2 süzgeç uzun hatla diğer 3 süzgeç ise inişe yakın olduğu için kısa hatla röğara indirilmiştir.



Şekil 2: Sifonik sistem süzgeç yerleşim planı.



Şekil 3: Çatı en kesiti.

Bir sonraki adımında her borudaki süzgeçlerin ne kadar su topladığı bulunarak kendi alanlarında süzgeçlerin yeterli olup olmadığının kontrolü yapılır.

Bunun için örnek olarak Dp1 hattına ait her süzgecin topladığı alan ve yağış miktarı Tablo 3’te gösterilmiştir.

Önce her bir hattaki süzgeçler arası mesafe bulunur. İki süzgeç arasındaki mesafenin yarısında bir süzgecin diğer yarısında diğer süzgecin drenaj yapacağı kabul edilir. Kenar süzgeçleri hem kenara kadar olan uzaklık hem de kendinden sonra gelen

süzgeç ile arasında kalan alanın yarısı kadar alanda drenaj yapacaktır.

Bütün süzgeç adetlerinin 1’den küçük olduğu görülmektedir. Bu noktadan sonra süzgeçlerin debilerinin, kullanılacak boru çaplarının ve bunlara bağlı olarak oluşan sürekli ve yersel kayıpların hesabına geçilir. Bunun için Alman Keidel firmasının ürettiği, sifonik yağmur suyu drenaj sistemi optimizasyonu yapabilen bir ticari yazılım [10] kullanılmış ve sonuçlar Tablo 4-7’de verilmiştir.

Tablo 2: Çatı alan ve süzgeç adet hesap tablosu.

En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Toplam alan (m ²)	0.05 (l/s.m ²)	Süzgeç adedi
8.44	80.30	677.73			
8.44	80.30	677.73	1355.46	67.77	4.52

Tablo 3: Çatı alan ve süzgeç adet hesap tablosu.

Dp1	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Toplam alan (m ²)	0.05 (l/s.m ²)	Süzgeç Adedi
	8.44	15.95	134.62			
	8.44	15.95	134.62	269.24	13.46	0.90
	8.44	16.35	137.99			
	8.44	16.35	137.99	275.99	13.80	0.92

3.2 Debilerin ve boru çaplarının hesaplanması

Çalışmada örnek hat olarak Dp1 hattına ait debilerin ve boru çaplarının hesaplanabilmesi için sürekli ve yersel kayıplar hesaplanarak Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 4: Sürekli kayıp hesap tablosu.

Boru (mm)	İç çap (m)	Debi (l/s)	Hız (m/s)	Boy (m)	2g (m/s ²)	Sürtünme Katsayısı	Hk (m)
63	0.058	13.610	5.151	0.300	19.620	0.029	0.206
75	0.069	13.610	3.619	0.300	19.620	0.028	0.082
90	0.083	13.610	2.515	0.300	19.620	0.027	0.031
125	0.115	27.470	2.636	49.950	19.620	0.025	3.782
160	0.148	27.470	1.605	6.000	19.620	0.023	0.125
160	0.148	27.470	1.605	7.900	19.620	0.023	0.165
160	0.148	27.470	1.605	3.000	19.620	0.023	0.063
Toplam							4.48 m

Tablo 5: Yersel kayıp hesap tablosu.

Boru (mm)	V ² /2g (m)	Süzgeç (m)	Dirsek (m)	Çatal (m)	Redüksiyon (m)	Partf. (m)
63	1.352	2.028			0.406	
75	0.668		0.534		0.200	
90	0.321			0.193	0.096	
125	0.355				0.107	
160	0.132		0.106			
160	0.132		0.106			
160	0.132					0.238
TOPLAM		2.028 m	0.746 m	0.193 m	0.809 m	0.238 m

Tablo 4 ve Tablo 5’ten elde edilen yersel kayıplarla sürekli kayıpların toplamı 4.02+4.48=8.50m olan yükseklik farkına %1 hata payı ile eşit olduğu hesaplanmıştır.

4 Geleneksel yöntem ile drenaj hesabı

Tablo 6’da görüldüğü üzere bu proje geleneksel yöntem ile yapılmış olsaydı 5 adet 160mm çapında iniş borusu yapılacaktı. Bu borular bina içindeki 5 adet röğara bağlanacaktı. Fakat sifonik sistem için tek bir röğar bağlantısı yeterlidir. Ayrıca sifonik sisteme kıyasla konvansiyonel sistemler farklı

tasarımlara göre değişken yüzdelerde daha düşük tahliye performanslı olacaktır [11]-[14].

Tablo 6: Geleneksel yağmur suyu drenaj sistemi boru hesabı.

Yağmur Suyu Boru Hesabı		
Çatı alanı=	1355.46	m ²
Gerekli yağmur borusu alanı=	1016.595	cm ²
Kullanılan yağmur borusu alanı=	203.319	cm ²
Kullanılan yağmur borusu adedi=	5	Ad.
Yağmur borusu kesiti (d)=	203.319	cm ²
Kullanılacak burunun çapı D (mm)	Kullanılan Borunun Kesiti A=3.14*D ² /4	
161.12	203.32	

Tablo 6'da, 1m² çatı alanı için gerekli olan yağmur borusu alanı değeri ile toplam gerekli olan yağmur borusu alanı hesaplanmıştır. İzmir ili için, çatının 1 m²'si başına 0.75 cm² düşey yağmur borusu hesaplanır. Toplam gerekli yağmur borusu âdeti, projede kullanılacak 160 mm çapında iniş borusu alanına bölünerek bulunmuştur[15].

5 Sifonik sistem ile geleneksel yöntem maliyet karşılaştırması

Geleneksel yöntem ile yukarıda belirlediğimiz sistemin maliyet analizi Tablo 7'deki gibidir. Yukarıda tasarlanan sifonik sistem için maliyet analizi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 7: Geleneksel sistem maliyet tablosu.

Uygulama	Miktar	Birim Fiyat	Toplam
PVC İnişler	45 m	5.81 €	261.45 €
Koruge Drenaj Borusu	75 m	4.78 €	358.50 €
Rögar	5 adet	34.55 €	172.75 €
Kazı	75 m ³	0.85 €	63.75 €
Yastıklama	30 m ³	2.72 €	81.80 €
	TOPLAM		938.25€

Tablo 7 ve Tablo 8'deki hesaplamalarda, bina dışındaki yağmur suyu rögarları, iki sistemde ortak ihtiyaç olduğu için dikkate alınmamıştır. Sifonik sistemde bina içerisinde rögar sistemine ihtiyaç olmadığı için maliyet tablosunda rögar maliyeti mevcut değildir. Maliyet çalışması sonucu toplam maliyetler arasında 391.85 € değerinde bir fark hesaplanmıştır. Bu fark, geleneksel sistemin, ilk kurulum maliyeti olarak daha ekonomik olduğunu göstermektedir. Sifonik sistemin avantajlarını uzun vadeli düşününce, özellikle sanayi yapılarında yağmur suyunun tahliyesindeki sorunlar telafisi zor zararlar verebilmekte olduğundan sifonik sistem vazgeçilmez olmaya başlamıştır. Hem uzun süreli maliyet hem de sistem performansı açısından sifonik sistem günümüz ihtiyaçları için geleneksel sistemden çok daha başarılı ve tercih edilen bir sistemdir.

Tablo 8: Sifonik sistem maliyet tablosu.

Uygulama	Miktar	Birim Fiyat	Toplam
Süzgeç	5 adet	19.50 €	97.50 €
Boru (Ortalama Fiyat)	137 m	3.60 €	493.20 €
Askılama ve Bağlantı Elemanları	1 set	739.0 €	739.40 €
	TOPLAM		1,330.10€

6 Sonuçlar

Bu çalışmada son yıllarda kullanılan alanı yaygınlaşmakta olan sifonik yağmur suyu drenaj sistemlerinin örnek bir sanayi yapısı üzerinde tasarımı gerçekleştirilmiştir. Aynı sistem geleneksel sistemle de tasarlanmış ve her iki sistem ekonomik olarak kıyaslanmıştır. Her ne kadar örnek uygulamada geleneksel sistem daha ekonomik çıksa da sifonik sistem çeşitli avantajlarından dolayı tercih edilebilir olmaktadır.

Çalışma kapsamında sistem tasarımı hesaplanmış ve hazır bir paket program kullanılarak hesapların doğruluğu teyit edilmiştir. Böyle bir sistem tasarım programının, tam akışı sağlayabilecek uygun tasarımını yapabilmesi için bir optimizasyon algoritması ile yeniden üretilmesi uygun olacaktır.

7 Kaynaklar

- [1] Gençel TF. "Çatılardaki yağmur sularının negatif basınç sistemi ile drenajı ve hesaplama yöntemleri". VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, Türkiye, 1-11 Ekim 2003.
- [2] Türkmen B. "Sifonik yağmur suyu sisteminde gerçekler ve tasarım". IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, 06-09 Mayıs 2009.
- [3] Doğaroğlu B, Yurdusev MA, "Sifonik yağmur suyu drenaj sistemi tasarımı". International Symposium on Urban Water and Wastewater Management, Denizli, Türkiye, 25-27 Ekim, 2018.
- [4] American Society of Plumbing Engineers. *Plumbing Engineering Design Handbook, Volume 2*. Chicago, USA, 2006.
- [5] Çatalbaş S. Yağmur Suyu Drenaj Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Tasarımı ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi için Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 1998.
- [6] Çetin T. Kentsel Yağmur Suyu ve Kanalizasyon Sistemlerinin Optimizasyonu. Doktora Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye, 2014.
- [7] May RWP. "Design criteria for siphonic roof drainage systems". *Water and Environment Journal*, 11(1), 56-60, 2004.
- [8] Andıç G. Sifonik Sistem Çatı Drenajına Etkiyen Parametrelerin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [9] Liu X, Gang Yu W, Fu Zhang Q, Ming Jiang S. "Influence of surface roughness of galvanized steel sheet on self-lubricated coating". *Journal of Iron and Steel Research, International*, 21(3), 342-347, 2014.
- [10] KEIDEL. "Home - KEIDEL Software for Siphonic Roof Drainage". <http://www.keidel-software.com/language/en/homeen/> (04.11.2019).
- [11] May RWP. "The design of conventional and siphonic roof drainage systems". *Water and Environment Journal*, 11(1), 56-60, 1997.
- [12] Arthur S, Wright G, Swaffield J. "Operational performance of siphonic roof drainage systems". *Building and Environment*, 40(6), 788-796, 2005.
- [13] Arthur S, Wright GB. "Siphonic roof drainage systems-priming focused design". *Building and Environment*, 42(6), 2421-2431, 2007.
- [14] Lucke T, Beecham S, Zillante G. "Rainwater harvesting options for commercial buildings using siphonic roof drainage systems: lessons for building surveyors". *International Transitions Conference, Australian Industry of Building Surveyors*, Adelaide, Australia, Kasım 2007.
- [15] Şimşek, E. "Tesisat Teknolojisi". Çukurova Üniversitesi, myo.kilis.edu.tr/duyuru/yapi_tesisat_bilgisi.pdf (04.11.2019).