

# YERLEŞME TASARIMINDA ARAZİ KULLANIM ORANI VE MALZEME SEÇİMİNİN YÜZEYSEL AKIŞ MİKTARINA ETKİSİ

*Evaluation of the Impact of Land Use Ratios and Cover Material in Settlement Design on Stormwater Runoff*

**Halime Firdevs Taşkın**  
**Gülten Manioğlu**

## ÖZET

Yoğun kentleşme ile geçirimsiz sert yüzeylerin artışı ve buna bağlı olarak yeşil alanların azalmasının sonucunda, yağışın ardından toprak tarafından emilerek su döngüsüne katılması beklenen yağmur suyu yeraltına sızmadan yüzeysel akış olarak kaybedilmektedir. Bu çalışmada, yerleşme tasarımının bir sonucu olan arazi kullanım oranı ve yüzey örtü malzemelerinin yüzeysel akış miktarı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma, kentleşme oranı yüksek İstanbul ilinde, farklı arazi kullanım oranları olan 3 farklı yerleşmede, çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan olmak üzere çeşitli alanların bulunduğu farklı senaryolar için gerçekleştirilmiştir. Böylece; yerleşmedeki arazi kullanım alanlarına ve oranlarına bağlı olarak yerleşmelerde oluşabilecek yüzeysel akış miktarı değerlendirilmiştir. Arazi kullanım oranlarının yanı sıra, söz konusu alanlar için farklı malzeme alternatifleri dikkate alınarak çeşitli malzeme kombinasyonları oluşturulmuştur. Böylece kurgulanan yerleşmelerdeki farklı yüzey örtü malzemelerinin de yüzeysel akış miktarına etkisi incelenmiştir. Hesaplama yöntemi seçilirken çalışmanın gereksinimleri dikkate alınarak, küçük kent havzalarındaki yüzeysel akış miktarı hesaplamalarında sıklıkla tercih edilen Rasyonel Yöntem seçilmiştir. Elde edilen hesaplama sonuçlarına göre; 6A yerleşmesi, 8A yerleşmesine göre %9,32 – 4,98 arasında, 12A yerleşmesine göre %28,94 – 15,32 arasında daha iyi sonuç vermekle birlikte, yerleşmelerde yüzeysel akışı azaltmaya yönelik yapılan her bir iyileştirmenin olumlu yönde değişiklik sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzeysel Akış, Rasyonel Yöntem, Su Korunumu, Su Etkin Yerleşme.

## ABSTRACT

As a result of urbanization and the increase of impermeable surfaces, the rain water is removed by sewer systems and ground water resources could not recharge adequately. In this study, the effect of settlement design according to land use ratios and surface cover materials on stormwater runoff was investigated. Firstly, in the province of Istanbul, 3 different settlements with different land use ratios were designed. It was assumed that there are various areas such as roof, pavement, parking lot, paved street and green area in these settlements. In addition to the land use ratios, various material combinations that can be used as surface cover material were created considering different material alternatives for the mentioned areas. Considering the requirements of the study, The Rational Method was used to calculate stormwater runoff in settlements with different land use ratios and surface cover materials. In the direction of the results; it is obtained better results in the settlement of '6A' between 9.32 - 4.98% compared to settlement 8A and between 28.94 - 15.32% compared to settlement 12A according to the stormwater runoff mitigation. Besides, it was observed that each improvement for runoff mitigation in settlements provides positive changes.

**Key Words:** Stormwater Runoff, Rational Method, Water Sensitive Urban Design.

## 1. GİRİŞ

Dünya ekosisteminde önemli rol oynayan su, canlıların hayatını sürdürmesi için gerekli olan hayati bir kaynaktır. Yeryüzündeki su kaynakları su döngüsü sayesinde dünya üzerinde sabit kalmakta ve sürekli yenilerek temizlenmektedir. Fakat su kaynaklarının kirletilmesi, artan sıcaklıklar ile su kaynaklarının buharlaşması, doğal sondaj görevi görerek toprak altında bulunan suyun yüze çıkarılmasını sağlayan ağaçların ve yeşil alanların yok edilmesi gibi sebepler su döngüsünü kesintiye uğrattığından suyun temizlenme süreci de yavaşlamaktadır. Bunun yanı sıra iklim değişikliği sebebiyle yağış özelliklerinin farklılaşması, su döngüsünün bozulmasına, su kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımının değişmesine ve su kalitesinin kötüleşmesine sebep olmaktadır. Özellikle tatlı su kaynaklarının günden güne azalıyor olması küresel ölçekte su krizine yol açmaktadır. Birleşmiş Milletler'e bağlı olarak faaliyet gösteren Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından kurulan 'Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli' (IPCC), 2022 yılında altıncı değerlendirme raporunu yayınlamış ve iklim değişikliği etkilerinin artarak sürmekte olduğunu vurgulamıştır [1]. Küresel ısınmanın su üzerindeki bu baskısı, var olan su kaynaklarını korumanın, bilinçli tüketimin ve gerektiğinde yeniden kullanımın ne derece önemli olduğunu gözler önüne sermektedir.

Su kaynakları hızla tükenirken, nüfus artışı, bilinçsiz su tüketimi gibi nedenlerle su talebi de giderek artmaktadır. Bu durum birçok bölgede su stresi oluşturmakla birlikte su kıtlığına sebep olmaya başlamıştır. Ek olarak, kentlerin genişlemesi, bilinçsiz ve çarpık yapılaşma, kötü yağmur suyu yönetimi gibi sebepler de yerleşme ölçeğinde su kayıplarını ve çeşitli su sorunlarını beraberinde getirmiştir [2,3,4]. Özellikle asfalt, beton gibi su geçirimsiz yüzey örtü malzemelerin kentsel alanlarda bilinçsizce kullanılması ve yeşil alanların giderek azalması yağmur suyunun yeraltına sızmadan yüzeysel akış olarak kaybedilmesine yol açmıştır [5]. Söz konusu kayıplar sebebiyle beslenemeyen yeraltı su kaynakları, özellikle içme suyu kaynaklarının yenilenememesine sebep olmaktadır. Geçirimsiz yüzeylerin artması ile yüzeysel akış miktarının artması, böylece toprak altına sızmadan kirlenen yağmur suyunun kanalizasyon sistemleri ile kaybedilmesi, su döngüsünü kesintiye uğratan en önemli sebeplerden biri haline gelmiştir. Bunun yanı sıra, yüksek oranda geçirimsiz alana sahip yerleşmelerde, yağmur suyu drenaj sistemlerinin yetersiz kalmasıyla birlikte sel, taşkın, erozyon gibi sorunlar da ortaya çıkabilmektedir. Küresel ısınmadan dolayı artan sıcaklık ve buharlaşma oranı sebebiyle anlık şiddetli yağış sıklığının artacağı da göz önünde bulundurulduğunda yüzeysel akışın kentsel alanlarda önemli tahribatlara yol açacağı düşünülmektedir [6]. Bu durum, yerleşme ve bina ölçeğinde su korunumu sağlayan yaklaşım ve stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır [7,8]. Başka bir deyişle kentlerin; su temini ve su döngüsüne katkı sağlayan, sürdürülebilir atık su, yağmursuyu ve yeraltı suyu yönetim stratejilerine sahip bütüncül bir tasarım yaklaşımıyla ele alınması gerekmektedir.

Gelecekteki kentleşme stratejilerinin yüzeysel akış üzerindeki etkisini öngörerek gerekli planlama stratejilerinin önerilmesi ve konu üzerinde daha fazla çaba harcanması gerektiği çeşitli çalışmalarla vurgulanmıştır [9,10,11]. Geçmiş ve mevcut durumu kıyaslanarak kentleşmenin yüzeysel akış miktarı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda, şehirlerde meydana gelebilecek sel riskinin azaltılabilmesi için yüzeysel akışın doğru bir şekilde yönetilmesi ve konunun ilgili tüm birimler tarafından vurgulanması gerektiğinin altı çizilmiştir [12,13,14]. Güncel iklim koşullarında, değişen arazi kullanım oranının yüzeysel akışa etkisini inceleyebilmek adına, mevcut bir arazi için çeşitli senaryoların oluşturulduğu ve bu senaryoların karşılaştırıldığı çalışmalarda ise geçirimsiz yüzeylerin yüzeysel akış miktarını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür [15,16,17].

Kentsel planlama ve peyzaj, yüzeysel akışı ve dolayısıyla su korunumunu doğrudan etkileyen önemli bir çalışma alanı olmasına rağmen, konuya ilişkin çalışmalar daha çok havza ölçeğinde çevre mühendisliği, hidroloji ve şehircilik kapsamında binalardan bağımsız olarak yürütülmüştür. Ayrıca ölçek seçiminin büyüklüğünden ötürü yüzeysel akışı etkileyen arazi kullanım oranı ile yüzey örtü malzemesi seçiminin çoğunlukla ayrı çalışmalar olarak ele alındığı görülmüştür. Mimarlık alanında yapılan yerleşme ölçeğindeki çalışmalar ise enerji korunumu üzerine yoğunlaşmakta olup su korunumu üzerindeki çalışmalarda çoğunlukla öneriler sunulmuştur. Oysaki yerleşme tasarımına bağlı olarak değişen arazi kullanımı yüzeysel akış miktarını doğrudan etkilemektedir. Çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı, yeşil alan gibi yüzeylerin alansal ağırlıkları ve söz konusu alanlarda kullanılan kaplama malzemelerine ilişkin alınabilecek doğru tasarım kararlarıyla yerleşmelerde su korunumu sağlamak

olanaklıdır. Yol yüzey kaplamaları, binaların aralarındaki yeşil alanlardaki bitkiler ve binaların çatı kaplamaları yağmur suyunun yüzey akış suyunun dönüşmesini engelleyecek şekilde tasarlandığında yeraltı su kaynaklarının beslenmesine de olanak sağlamaktadır. Bu nedenle yerleşme ölçeğindeki mimari tasarım çalışmalarında sadece ısı, görsel ve işitsel konfor çalışmalarının değil, yüzeysel akış suyu çalışmalarının da ele alınması ve mimari tasarıma su korunumu bilincinin de dâhil edilmesi gerekmektedir. Yerleşme ölçeğinde yüzeysel akışı azaltma ve yerleşmelerde su korunumu sağlama hedefine yönelik yapılan bu çalışma, mevcut mimari tasarım ve yüzeysel akış çalışmalarına benzememekle birlikte iki farklı disiplini bir araya getirerek mimari tasarım ölçeğinde yüzeysel akış konusunu ele almıştır. Aynı zamanda çeşitli arazi kullanım oranı ve yüzey örtü malzemelerinin yüzeysel akış miktarını nasıl ve ne derecede etkilediği birlikte incelenerek bina ve yerleşme tasarımının su korunumu üzerindeki önemine dikkat çekilmiştir.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, yerleşme tasarımının bir sonucu olan arazi kullanım oranı ve yüzey örtü malzemelerinin yüzeysel akış miktarı üzerindeki etkisi incelenmiştir [18]. Sürekli artan nüfus sebebiyle uzun yıllardır su stresi yaşayan ve kentleşme oranı yüksek İstanbul ili için gerçekleştirilen çalışmada, nüfus yoğunluğu eşit tutularak farklı arazi kullanım oranına sahip 3 yerleşme kurgulanmıştır. Kurgulanan yerleşmelerde; çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan olmak üzere çeşitli alanlar ve söz konusu alanlar için farklı malzeme alternatifleri oluşturulmuştur. Ele alınan çalışmaya ilişkin adımlar aşağıda detaylı olarak anlatılmaktadır.

### 2.1. Yerleşmeye İlişkin Yapma Çevre Değişkenlerinin Belirlenmesi

Yüzeysel akış miktarları hesaplanacak yerleşmelere ilişkin yapma çevre değişkenleri belirlenirken İstanbul'da sıkça görülen yerleşme dokuları incelenmiş, İstanbul imar planları, yönetmelikler, standartlar ve çeşitli araştırma verilerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, yerleşmelerde oluşan yüzeysel akış miktarını etkileyen yapma çevre değişkenleri aşağıda açıklanmıştır.

#### 2.1.1. Yerleşme yerinin ve topoğrafik özelliklerinin belirlenmesi

Ele alınan çalışma Türkiye'nin 41.181 enlem ve 29.038 boylam koordinatlarında ve denizden 19m yükseklikte bulunan İstanbul ilinin Sarıyer ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kurgulanan yerleşmelerin her biri eşit boyutlarda yaklaşık 80.000 m<sup>2</sup>'lik düz bir alanın üzerine kurulmuştur. Ayrıca nüfus yoğunluğu eşit tutularak kurgulanan bu yerleşmelerde yağmur suyu drenaj sistemlerinin olmadığı varsayılmıştır. Böylece, zemine sızarak yeraltı su tabakasını besleyen yağmur suyunun haricinde yüzeysel akışa geçebilme potansiyeli olan su miktarı her bir yerleşme kurgusu için ayrı ayrı hesaplanmış olacaktır. Bu amaç doğrultusunda kurgulanan her bir yerleşmede çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan olmak üzere çeşitli yüzeyler bulunmaktadır.

#### 2.1.2. Yerleşmenin boyutlarına ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

Bina formu ve boyutları belirlenirken Türkiye İstatistik Kurumu'nun yapmış olduğu çalışmalar göz önüne alınmıştır. 2011 Nüfus ve Konut Araştırması verilerine göre İstanbul ilinde hane halklarının; salon dâhil olmak üzere %51,6'sı 3 odalı, %37,6'sı 4 odalı konutlarda ikamet etmektedir [19]. Ayrıca 2019 yılında Türkiye Mobilya Sanayicileri Derneği'nin Method Research Company'e yaptırdığı araştırmalar sonucunda mobilya tüketicisinin ortalama konut büyüklüğünün 115 m<sup>2</sup> olduğu görülmüştür [20]. Bu veriler doğrultusunda; yapılarda bulunması gereken hacimler ve minimum ölçüler de göz önüne alınarak, çekirdek dâhil olmak üzere, yerleşmedeki konutların her birinin 12'ye 12 metre olacak şekilde 144 m<sup>2</sup>'lik birimler olması kararlaştırılmıştır. Her bir kat yüksekliği ise 3m olarak alınmıştır. Ayrıca farklı bina oturma alanına sahip yerleşmelerin de kurgulanması gerektiğinden, yerleşme tasarımına göre binaların kat sayısı farklılaşacaktır. Böylece her bir yerleşmede eşit sayıda konut birimi bulunmasına rağmen zeminde farklı bina oturma alanları oluşacaktır.

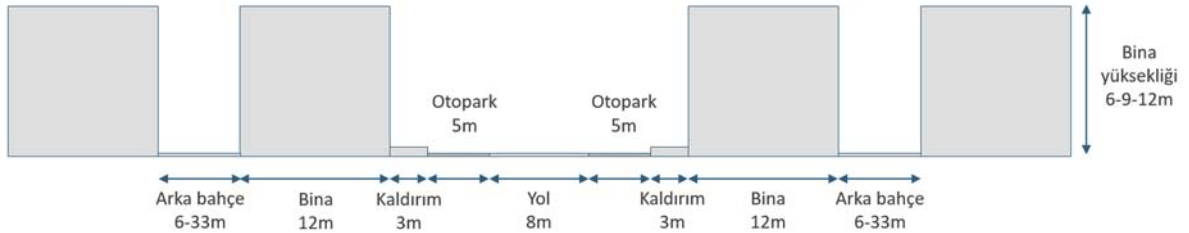
Çalışma kapsamında kurgulanacak yerleşmelerin yol, kaldırım, otopark ve arka bahçe genişlikleri gibi bina gruplarına ilişkin boyutları belirlenirken;

- Yol ve kaldırım genişlikleri için, TS 7249 Şehir İçi Yollar Boyutlandırma ve Tasarım Esasları Standardı [21],
- Otopark genişlikleri için, TS 10551 Şehir İçi Yollar – Otolar İçin Otopark Tasarım Kuralları Standardı [22] ve 30340 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Otopark Yönetmeliği [23],
- Arka bahçe genişlikleri için, İstanbul İmar Yönetmeliği [24] dikkate alınmıştır.

Yerleşme kurgularının oluşturulması aşamasında gerekli olan kabuller Tablo 1 ve Şekil 1’de özetlenmiştir.

**Tablo 1.** Kurgulanacak yerleşmeye ilişkin kabul edilen boyutlar.

	Yerleşmeye ilişkin girdiler	Boyutlar
<b>Değişken girdiler</b>	Bina yüksekliği	6m - 9m -12m
	Arka bahçe (2 bina için)	6m - 33m
<b>Sabit girdiler</b>	Bina genişliği	12m
	Kaldırım genişliği	3m
	Otopark genişliği	5m
	Taşıt yolu genişliği	8m



**Şekil 1.** Kurgulanacak yerleşmeye ilişkin kabul edilen boyutlar.

### 2.1.3. Arazi kullanım oranları farklı olan yerleşme kurgularının oluşturulması

Yüzeysel akış miktarını etkileyen yapma çevre değişkenlerine ilişkin kabullerin belirlenmesi ile çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan olmak üzere çeşitli yüzeylerin bulunduğu yerleşme kurguları oluşturulmuştur. Nüfus yoğunluğu eşit olacak şekilde yaklaşık 80.000 m<sup>2</sup>’lik düz bir arazi üzerinde kurgulanacak yerleşmelerde, ada sayısı ve bina yüksekliği değiştirilerek her bir yerleşme için farklı arazi kullanım oranı oluşturmak hedeflenmiştir.

Öncelikle yerleşme alanı taşıt yolları ile eşit parçalara bölünerek; 12, 8 ve 6 adalı yerleşme senaryoları oluşturulmuştur. Böylece her bir yerleşmede farklı oranda taşıt yolu, otopark ve kaldırım alanı oluşmuştur. Bir sonraki aşamada, 3 farklı yerleşme için binaların kat sayıları değiştirilerek, ada içerisinde farklı oranlarda bina oturma alanı ve yeşil alan oluşması sağlanmıştır. Ada içerisindeki bina yerleşimi için, 4 tane 144m<sup>2</sup>’lik konut biriminin yan yana gelerek oluşturduğu sıra bloklar üretilmiştir. 4’lü sıra blokların her biri sırt sırta gelecek şekilde, ön cephelerinde yol, arka cephelerinde ise bahçe mesafesi bırakılarak kurgulanmıştır. Ayrıca çalışmada sıra bloklarının yönlendiriliş durumu kuzey-güney doğrultusunda olacak şekilde ele alınmıştır. Böylece 12 adalı yerleşme seçeneği için 2 katlı sıra blokların bulunduğu en sıkışık yerleşme senaryosu oluşturulmuş, sonrasında ada sayısı azaldıkça sıra blokların kat sayısı artırılarak 8 adalı yerleşimde 3 katlı, 6 adalı yerleşimde 4 katlı sıra blokların bulunduğu senaryolar üretilmiştir.

Her birinde 384 adet konut biriminin bulunduğu yerleşmeler isimlendirilirken; ada sayısı dikkate alınmış; 12 ada bulunan yerleşme senaryosu '12A', 8 ada bulunan yerleşme senaryosu '8A', 6 ada bulunan yerleşme senaryosu ise '6A' olacak şekilde isimlendirilmiştir. Çalışma kapsamında kurgulanan yerleşmelere ait bilgiler Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Kurgulanan yerleşmelere ait bilgiler.

Yerleşme Adı	Yol ve Ada Düzeni	Zemindeki Bina Birim Sayısı ve Kat Bilgisi	Arazi Kullanım Oranları (%)				
			Çatı Alanı	Kaldırım Alanı	Otopark Alanı	Taşıt Alanı	Yeşil Alan
12A		192 birim * 2 katlı	34,5	12,4	16,2	25,7	11,3
8A		128 birim * 3 katlı	23,0	9,9	10,8	21,4	35,0
6A		96 birim * 4 katlı	17,2	9,1	11,0	19,9	42,7

## 2.2. Hesaplamaya İlişkin Değişkenlerin Belirlenmesi

Hesaplamaya ilişkin değişkenlerin belirlenmesi aşamasında öncelikle, çalışmanın amacı ve kapsamı göz önüne alınarak, yüzeysel akış miktarının hesaplanacağı en uygun hesaplama yöntemi seçilmiştir. Sonrasında ise hesaplama yönteminin uygulanabilmesi için gerekli olan dış ortama ait iklim verileri ve yerleşmedeki yüzeylere ait yüzeysel akış katsayıları belirlenmiştir. Hesaplama adımına ilişkin bu değişkenler ve değişkenlere ilişkin yapılan kabuller aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

### 2.2.1. Hesaplama yönteminin belirlenmesi

Yağışın tüm araziye homojen düştüğü varsayıldığı için genellikle 25 km<sup>2</sup>'den küçük alanlar için kullanılan Rasyonel Yöntem; yerleşmelerde bulunan otoparklar, çatı alanları gibi nispeten küçük drenaj alanlarındaki yüzeysel akış miktarının tahmin edilmesinde diğer yöntemlere kıyasla daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [25,26,27]. Bu çalışma kapsamında oluşturulan yerleşmelerin 80.000 m<sup>2</sup> yani 0.08 km<sup>2</sup>'lik bir yüzey alanına sahip olduğu düşünüldüğünde ele alınan alan için en uygun yüzeysel akış miktarı hesaplama yönteminin Kuichling'in geliştirdiği 'Rasyonel Yöntem' olduğu görülmektedir [28]. Yöntemin uygulanabilmesi için kullanılan temel denklem aşağıda verilmiştir:

$$Q = \frac{c.i.a}{360} \quad (1)$$

(1) eşitliğinde, Q yüzeysel akış miktarını (m<sup>3</sup>/sn) ifade ederken, c yüzeysel akış katsayısını, i yağış şiddetini (mm/saat), a ise havza alanını (ha) ifade etmektedir.

### 2.2.2. Dış ortama ait iklim verilerinin belirlenmesi

Çalışma kapsamında kurgulanan yerleşmelerin İstanbul ilinin Sarıyer ilçesinde bulunduğu varsayılarak, yüzeysel akış miktarlarının hesaplanması aşamasında kullanılacak olan yağış değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı olan Hidro Meteoroloji Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanan 'Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda Standart Zamanlarda Gözlenen En Büyük Yağış Değerleri' tablosundan alınmıştır. 1955-2020 yılları arasında Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'nda 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralıkları ve standart zamanlar (5, 10, 15, 30 dk, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 ve 24 saat) için ölçülen maksimum yağış değerleri bu tablodan okunarak, yüzeysel akış miktarı hesaplamaları için gerekli olan yağış şiddeti hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılacak hesaplamalarda seçilecek yağış şiddeti olarak; büyük şehir merkezleri için tavsiye edilen tekerrür aralığı 5 yıl, düz kentsel alanlar için tavsiye edilen yağış süresi 15 dakika olduğu için 5 yıl tekerrürlü 15 dakikalık yağışlar esas alınmıştır [29,30].

### 2.2.3. Yerleşmedeki farklı yüzeyler için yüzeysel akış katsayılarının belirlenmesi

Kurgulanacak yerleşmelerde oluşabilecek maksimum yüzeysel akış miktarlarının hesaplanması aşamasında gerekli olan yüzeysel akış katsayıları, yerleşmelerdeki çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan için ayrı ayrı ele alınmıştır. Yeşil alanlardaki farklı yüzey örtüleri için tanımlanan yüzeysel akış katsayıları birbirine oldukça yakın olduğundan yeşil alan için tek bir katsayı alınmıştır. Çatı, kaldırım, otopark ve taşıt yolu alanları için ise birbirinden farklı yüzeysel akış katsayısına sahip çok çeşitli malzeme alternatifi olduğundan alana uygun olabilecek malzemeler göz önüne alınmış ve bu doğrultuda farklı yüzeysel akış katsayıları belirlenmiştir.

Yeşil alan örtüsü sabit olmakla birlikte çatı alanı için 7, kaldırım alanı için 4, otopark alanı için 4, taşıt yolu alanı için 3 farklı yüzeysel akış katsayısına sahip yüzey örtü malzemesi seçilmiştir [28,31]. Bu malzeme çeşitliliğinin bir sonucu olarak her bir yerleşmede oluşan toplam 336 (7\*4\*4\*3) malzeme kombinasyonu Tablo 3'te gösterildiği şekilde kabul edilmiş ve kodlanmıştır.

**Tablo 3.** Kurgulanacak yerleşmelerdeki çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan için malzeme alternatiflerine göre belirlenen yüzeysel akış katsayıları ve kodları (değerler 1'e yakınlaştıkça malzemenin geçirgenliği azalmaktadır).

	Yüzeysel Akış Katsayısı								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Çatı			Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
Kaldırım		K1		K2		K3		K4	
Otopark		O1		O2		O3		O4	
Taşıt Yolu			T1			T2			T3
Yeşil Alan	Y1								

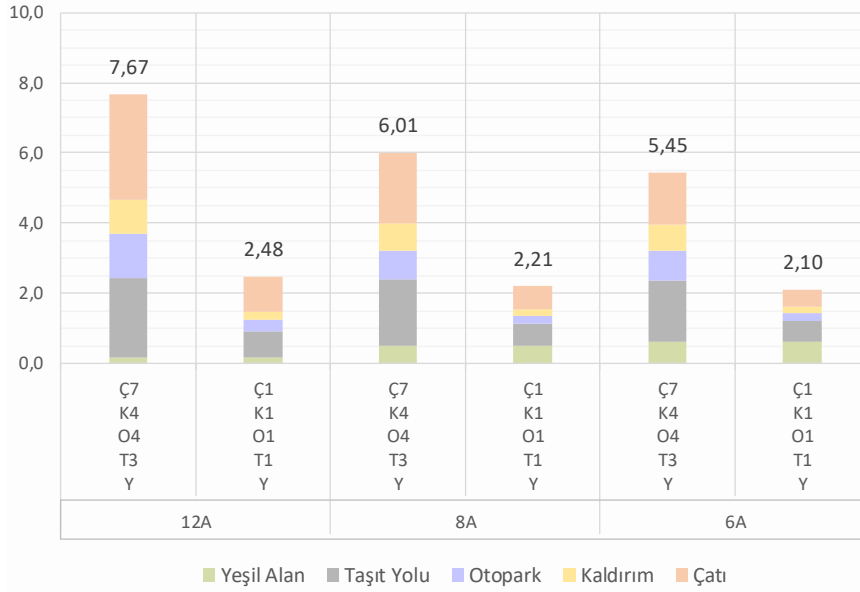
### 2.3. Oluşturulan Yerleşme Kurguları İçin Yüzeysel Akış Miktarının Hesaplanarak Sonuçların Değerlendirilmesi

Rasyonel Yöntem ile gerekli alan ve yağış bilgileri kullanılarak yerleşmelerde bulunan 336 farklı malzeme kombinasyonunun oluşturduğu yüzeysel akış miktarları hesaplanmış ve bu hesap kurgulanan her bir yerleşme için tekrarlanmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan 3 farklı yerleşmenin ve bu yerleşmelerdeki çeşitli malzeme kombinasyonlarına göre oluşan yüzeysel akış miktarlarına ilişkin hesaplamalar ve değerlendirmeler aşağıdaki gibidir.

- En yüksek yüzeysel akış miktarı bütün yerleşmelerde 'Ç7.K4.O4.T3.Y' kombinasyonunda gerçekleşmiştir ve 12A yerleşmesinde 7,67 m<sup>3</sup>/dk, 8A yerleşmesinde 6,01 m<sup>3</sup>/dk, 6A yerleşmesinde 5,45 m<sup>3</sup>/dk olarak;

- En düşük yüzeysel akış miktarı ise bütün yerleşmelerde 'Ç1.K1.O1.T1.Y' kombinasyonunda gerçekleşmiştir ve 12A yerleşmesinde 2,48 m<sup>3</sup>/dk, 8A yerleşmesinde 2,21 m<sup>3</sup>/dk, 6A yerleşmesinde 2,10 m<sup>3</sup>/dk olarak görülmüştür (Şekil 2).

Bu durumda yüzeysel akış katsayısı düşük ve geçirimli malzemeler seçildiğinde 12A yerleşmesinde oluşan yüzeysel akış miktarının %67,65; 8A yerleşmesinde %63,22; 6A yerleşmesinde ise %61,43 oranında azaltılabileceği görülmektedir. Buna ek olarak, aynı malzeme kombinasyonun kullanıldığı farklı yerleşme senaryoları incelendiğinde; 6A yerleşmesinin, 8A yerleşmesine göre %9,32 – 4,98 arasında, 12A yerleşmesine göre %28,94 – 15,32 arasında daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu durum, aynı malzeme kombinasyonları kullanılsa bile, binaların yükseltilerek yeşil alan oranının artırıldığı yerleşmelerde, yüzeysel akış miktarında ciddi oranda azalma sağlanabileceğini göstermektedir.



**Şekil 2.** Kurgulanan yerleşme senaryolarında, en yüksek ve en düşük miktarda oluşan yüzeysel akış miktarlarının arazi kullanım oranları ile ilişkisi

Yüzeysel akış miktarı yerleşmedeki yeşil alan miktarına bağlı olduğu kadar, söz konusu alanlar için kullanılan farklı yüzey malzemelerinin yüzeysel akış katsayılarıyla da doğrudan ilgilidir. Örneğin, en az yeşil alan oranına sahip 12A yerleşmesinde yüzeysel akış katsayıları en düşük olan malzeme kombinasyonu (Ç1.K1.O1.T1.Y) kullanıldığında ve en yüksek yeşil alan oranına sahip 6A yerleşmesinde yüzeysel akış katsayıları en yüksek malzeme kombinasyonu (Ç7.K4.O4.T3.Y) kullanıldığında, 12A yerleşmesindeki yeşil alan oranı daha düşük olmasına rağmen 6A yerleşmesine göre %54,49 oranında daha az yüzeysel akışın oluştuğu görülmüştür (Şekil 2). Bu durumda yerleşmelerdeki yeşil alan oranının artırılmasının yanı sıra, yeşil alan oranı düşük yerleşmelerde kullanılacak geçirimli malzemelerin de yüzeysel akış oranını ciddi derecede azaltılabileceği görülmektedir. Başka bir deyişle, yeni bir yerleşme tasarımında yüzey akış suyunun azaltılmasına ilişkin kararlar alınabilmesinin yanında, mevcut bir yerleşmede sadece yüzey örtü malzemelerinin değiştirilmesiyle yüzeysel akış miktarlarının değiştirilebilmesi de olanaklı olacaktır.

Yerleşmelerde çatı, kaldırım, otopark ve taşıt yolu alanlarının yüzeysel akış miktarına etkisini gözlemlemek amacıyla bu yüzey alanlarından yalnızca bir tanesi için yüzeysel akış katsayısı en düşük olan geçirimli malzeme seçilirken diğer alanlarda yüzeysel akış katsayısı en yüksek olan geçirimsiz malzemeler seçilmiştir ve oluşan yüzeysel akış miktarları karşılaştırılmıştır (Tablo 4). 12A, 8A, 6A yerleşmelerinde en yüksek yüzeysel akışın oluştuğu 'Ç7.K4.O4.T3.Y' kombinasyonuna göre sırasıyla aşağıdaki gibidir.

- Sadece çatı alanında, en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip malzeme seçildiğinde oluşan 'Ç1.K4.O4.T3.Y' kombinasyonunda %26,28; %22,34; %18,48 oranında,
- Sadece kaldırım alanında, en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip malzeme seçildiğinde oluşan 'Ç7.K1.O4.T3.Y' kombinasyonunda %9,44; %9,60; %9,80 oranında,
- Sadece otopark alanında, en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip malzeme seçildiğinde oluşan 'Ç7.K4.O1.T3.Y' kombinasyonunda %12,32; %10,47; %11,76 oranında,
- Sadece taşıt yolu alanında, en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip malzeme seçildiğinde oluşan 'Ç7.K4.O4.T1.Y' kombinasyonunda %19,60; %20,81; %21,39 oranında,
- Bütün alanlarda, en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip malzemeler seçildiğinde oluşan 'Ç1.K1.O1.T1.Y' kombinasyonunda ise %67,65; %63,22; %61,43 oranında bir azalma meydana gelmektedir.

Böylece, her bir yerleşme için, tek bir alanda yapılan malzeme iyileştirmesi bütün alanlarda yapılan malzeme iyileştirmesine göre yetersiz olsa bile yüzeysel akış miktarının önemli ölçüde azalması sağlanabilmektedir. Buna ek olarak, yine Tablo 4 incelendiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- 12A 4 yerleşmesinde, en büyük alana (%34,5) sahip çatı malzemelerinin yüzey akış katsayıları, yerleşmede meydana gelen yüzeysel akışın azaltılmasında en etkili değişken olmuştur. Çatı malzemelerinde en düşük yüzey akış katsayısı önerildiğinde yüzeysel akışın azalması en yüksek oranda (%26,28) gerçekleşmiştir. Benzer biçimde, taşıt yolu alanı (%25,7), otopark alanı (%16,2) ve kaldırım alanı (%12,4) malzemelerinin yüzey akış katsayıları küçüldükçe yüzey alanlarıyla doğru orantılı olacak şekilde yüzeysel akış miktarının azalmasına (%19,60, %12,32, %9,44) katkıda bulunduğu görülmektedir.
- 8A 4 yerleşmesinde, en büyük alana (%23,0) sahip çatı malzemelerinin yüzey akış katsayıları, yerleşmede meydana gelen yüzeysel akışın azaltılmasında en etkili değişken olmuştur. Çatı malzemelerinde en düşük yüzey akış katsayısı önerildiğinde yüzeysel akışın azalması en yüksek oranda (%22,34) gerçekleşmiştir. Benzer biçimde, taşıt yolu alanı (%21,4), otopark alanı (%10,8) ve kaldırım alanı (%9,9) malzemelerinin yüzey akış katsayıları küçüldükçe yüzey alanlarıyla doğru orantılı olacak şekilde yüzeysel akış miktarının azalmasına (%20,81, %10,47, %9,60) katkıda bulunduğu görülmektedir.
- 6A 4 yerleşmesinde, en büyük alana (%19,9) sahip taşıt yolu malzemelerinin yüzey akış katsayıları, yerleşmede meydana gelen yüzeysel akışın azaltılmasında en etkili değişken olmuştur. Taşıt yolu malzemelerinde en düşük yüzey akış katsayısı önerildiğinde yüzeysel akışın azalması en yüksek oranda (%21,39) gerçekleşmiştir. Benzer biçimde, çatı alanı (%17,2), otopark alanı (%11,0) ve kaldırım alanı (%9,1) malzemelerinin yüzey akış katsayıları küçüldükçe yüzey alanlarıyla doğru orantılı olacak şekilde yüzeysel akış miktarının azalmasına (%18,48, %11,76, %9,80) katkıda bulunduğu görülmektedir.

Başka bir deyişle; çatı, kaldırım, otopark ve taşıt yolu alanlarının yerleşme içindeki oranı ne kadar fazla ise o alanda yapılan malzeme değişikliğinin yüzeysel akış miktarını o oranda azalttığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, alanın yerleşme içerisindeki oranından bağımsız olarak, geçirimsiz yüzey örtü malzemeleri seçilerek yapılan tüm iyileştirmelerin yüzeysel akış miktarındaki azalmaya yüksek oranda katkı sağladığı gözlenmiştir. Bu durum, mevcut yerleşme tasarımında veya yeni tasarlanacak yerleşmelerde, herhangi bir alan için önerilen yüzey örtü malzemesinin yüzeysel akış miktarında ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.



**Tablo 4.** Sırasıyla; 12A, 8A, 6A yerleşmesinde; çatı, kaldırım, otopark ve taşıt yolu alanlarında yapılan malzeme değişikliğine bağlı olarak elde edilen yüzeysel akış miktarları ve bu kombinasyonlarda yüzeysel akışın azalma oranları.

Yüzeysel akış miktarı (m <sup>3</sup> /dk)	12A					
	7,67	5,65	6,94	6,72	6,16	2,48
Malzeme kombinasyonu	Ç7 K4 O4 T3 Y	Ç1 K4 O4 T3 Y	Ç7 K1 O4 T3 Y	Ç7 K4 O1 T3 Y	Ç7 K4 O4 T1 Y	Ç1 K1 O1 T1 Y
'Ç7.K4.O4.T3.Y' kombinasyonuna göre yüzeysel akışın azalma oranı		%26,28	%9,44	%12,32	%19,60	%67,65
Kombinasyondaki en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip yüzeyin yerleşme içindeki oranı		Çatı alanı %34,5	Kaldırım alanı %12,4	Otopark alanı %16,2	Taşıt alanı %25,7	

Yüzeysel akış miktarı (m <sup>3</sup> /dk)	8A					
	6,01	4,67	5,44	5,38	4,76	2,21
Malzeme kombinasyonu	Ç7 K4 O4 T3 Y	Ç1 K4 O4 T3 Y	Ç7 K1 O4 T3 Y	Ç7 K4 O1 T3 Y	Ç7 K4 O4 T1 Y	Ç1 K1 O1 T1 Y
'Ç7.K4.O4.T3.Y' kombinasyonuna göre yüzeysel akışın azalma oranı		%22,34	%9,60	%10,47	%20,81	%63,22
Kombinasyondaki en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip yüzeyin yerleşme içindeki oranı		Çatı alanı %23,0	Kaldırım alanı %9,9	Otopark alanı %10,8	Taşıt alanı %21,4	

Yüzeysel akış miktarı (m <sup>3</sup> /dk)	6A					
	5,45	4,45	4,92	4,81	4,29	2,10
Malzeme kombinasyonu	Ç7 K4 O4 T3 Y	Ç1 K4 O4 T3 Y	Ç7 K1 O4 T3 Y	Ç7 K4 O1 T3 Y	Ç7 K4 O4 T1 Y	Ç1 K1 O1 T1 Y
'Ç7.K4.O4.T3.Y' kombinasyonuna göre yüzeysel akışın azalma oranı		%18,48	%9,80	%11,76	%21,39	%61,43
Kombinasyondaki en düşük yüzeysel akış katsayısına sahip yüzeyin yerleşme içindeki oranı		Çatı alanı %17,2	Kaldırım alanı %9,1	Otopark alanı %11,0	Taşıt alanı %19,9	

## SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, yerleşme tasarımına ilişkin çeşitli değişkenlerin yağmur suyu yönetimi açısından oldukça önem taşıyan yüzeysel akış miktarına etkisi değerlendirilmiştir. Yüzeysel akış miktarı; yerleşme tasarımına bağlı olarak farklılaşan çatı, kaldırım, otopark, taşıt yolu alanı ve yeşil alan boyutlarına göre değiştiği gibi söz konusu alanlarda kullanılan yüzey örtü malzemesinin geçirim oranına göre de değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmada, kentleşme oranı yüksek İstanbul ilinde kurgulanan, farklı bina yoğunluğu ve arazi kullanımına sahip 3 farklı yerleşmede 336 farklı yüzey örtü malzemesi kombinasyonunun yüzeysel akış miktarını ne derece etkilediği değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Eşit sayıda konut birimlerinin bulunduğu yerleşme kurgularında, aynı malzeme kombinasyonlarının oluşturduğu yüzeysel akış miktarları incelendiğinde, binaların yükseltilecek yeşil alan oranının artırılması ile yerleşmelerde oluşan yüzeysel akış miktarının azaldığı gözlenmiştir.
- Yüzeysel akış miktarının azaltılması amacıyla herhangi bir alanda malzeme iyileştirmesi yapılacağı takdirde, alanın yerleşme içinde oranı ne kadar fazla ise o kadar yüksek fayda sağlanacağı gözlenmiştir. Ancak iyileştirme yapılan alanın yerleşme içindeki oranı düşük olsa bile, geçirimli yüzey örtü malzemeleri kullanılarak yapılacak her bir iyileştirmenin yüzeysel akış miktarındaki azalmaya önemli katkısı olduğu saptanmıştır. Bu durum, yeni tasarlanacak bir yerleşmede yüzeysel akış miktarının azaltılmasına ilişkin kararlar alınabileceği gibi, mevcut yerleşmelerde de geçirimsiz yüzey örtü malzemelerinin geçirimli malzemelerle değiştirilmesi ile yüzeysel akış miktarının önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir.
- Aynı yerleşmede farklı malzeme kombinasyonları ile eşit yüzeysel akış miktarı elde edilebilmektedir. Bu durumda, mevcut bir yerleşmede yüzeysel akışı azaltmak amacıyla malzeme iyileştirilmesi yapılacaksa, çeşitli alternatifler ile eşit fayda sağlanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, yeni tasarlanacak bir yerleşmede de farklı alanlar için seçilebilecek farklı malzeme alternatifleri ile aynı fayda elde edilebileceğinden malzeme seçiminde tasarımcıya esneklik sağlanabilecektir.
- Çeşitli geçirim oranına sahip oldukça farklı malzeme kombinasyonlarıyla, aynı yerleşmede eşit miktarda yüzeysel akış oluşabildiği gibi, farklı yerleşmelerde de aynı yüzeysel akış miktarının oluşabileceği görülmüştür. Buradan anlaşılmaktadır ki, yerleşme tasarımında arazi kullanım oranlarının ve bu alanlar için seçilecek yüzey örtü malzemelerinin kararı konusunda eşit fayda sağlayan çeşitli alternatifler oluşturmak mümkün olacaktır.

Yüzeysel akışın sebep olacağı olumsuz etkileri tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa bile, yerleşmelerde yüzeysel akışı azaltmaya yönelik yapılacak her bir iyileştirmenin olumlu yönde değişiklik sağlayacağı görülmektedir. Mevcut yerleşmelerde yapılacak iyileştirmeler, yeni tasarlanacak yerleşmelere kıyasla daha maliyetli olduğundan yerleşmelerde yüzeysel akışı azaltmaya yönelik kararların ön tasarım aşamasında alınması oldukça önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Summary for Policymakers. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", Cambridge University Press, 2022.
- [2] HALL, B., CURRELLA, M., WEBB, J., "Using multiple lines of evidence to map groundwater recharge in a rapidly urbanising catchment: Implications for future land and water management", Journal of Hydrology, 580, s.124265, 2020.
- [3] THI DO, T.A., THI DO, A.N., TRAN, H.D., "Quantifying the spatial pattern of urban expansion trends in the period 1987–2022 and identifying areas at risk of flooding due to the impact of urbanization in Lao Cai city", Ecological Informatics, 72, s.101912, 2022.

- [4] KIM, H., JEONG, H., JEON, J., BAE, S. "The Impact of Impervious Surface on Water Quality and Its Threshold in Korea", *Water*, 8, s.111, 2016.
- [5] WANG, L., HOU, H., LI, Y., PAN, J., WANG, P., WANG, B., CHEN, J., HU, T., "Investigating relationships between landscape patterns and surface runoff from a spatial distribution and intensity perspective", *Journal of Environmental Management*, 325, s.116631, 2023.
- [6] XIONG, L., YAN, L., DU, T., YAN, P., LI, L., XU, W., "Impacts of climate change on urban extreme rainfall and drainage infrastructure performance: a case study in wuhan city, china", *Irrigation and Drainage*, 68, ss.152–164, 2019.
- [7] WONG, T. H. F., "Water sensitive urban design - the journey thus far. *Australasian Journal of Water Resources*", 10(3), ss.213–222, 2006.
- [8] HOBAN, A., "Water Sensitive Urban Design Approaches and Their Description", *Approaches to Water Sensitive Urban Design: Potential, Design, Ecological Health, Urban Greening, Economics, Policies, and Community Perceptions içinde*, Woodhead Publishing, 2019.
- [9] DEBBAGE, N., SHEPHERD, J. M., "The Influence of Urban Development Patterns on Streamflow Characteristics in the Charlanta Megaregion", *Water Resources Research*, 54(5), ss.3728-3747, 2018.
- [10] OHANA-LEVI, N., GIVATI, A., ALFASI, N., PEETERS, A., KARNIELI, A., "Predicting the effects of urbanization on runoff after frequent rainfall events", *Journal of Land Use Science*, 13(1-2), ss.81-101, 2017.
- [11] MADRAZO-URIBEETXEBARRIA, E., GARMENDIA ANTIN, M., ALMANDOZ BERRONDO, J., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., "Modelling Runoff from Permeable Pavements: A Link to the Curve Number Method", *Water*, 15, s.160, 2023.
- [12] ERENA, S. H., WORKU, H., "Dynamics of land use land cover and resulting surface runoff management for environmental flood hazard mitigation: The case of Dire Daw city, Ethiopia", *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 22, s.100598, 2019.
- [13] HU, S., FAN, Y., ZHANG, T., "Assessing the Effect of Land Use Change on Surface Runoff in a Rapidly Urbanized City: A Case Study of the Central Area of Beijing", *Land*, 9(1), s.17, 2020.
- [14] ZHAO, X., HUANG, G., "Exploring the impact of landscape changes on runoff under climate change and urban development: Implications for landscape ecological engineering in the Yangmei River Basin", *Ecological Engineering*, 184, s.106794, 2022.
- [15] KONG, F., BAN, Y., YIN, H., JAMES, P., DRONOVA, I., "Modeling stormwater management at the city district level in response to changes in land use and low impact development", *Environmental Modelling & Software*, 95, 132-142, 2017.
- [16] RANDALL, M., SUN, F., ZHANG, Y., JENSEN, M. B., "Evaluating Sponge City volume capture ratio at the catchment scale using SWMM", *Journal of Environmental Management*, 246, ss.745–757, 2019.
- [17] LI, W., WANG, H., ZHOU, J., YAN, L., LIU, Z., PANG, Y., ZHANG, H., HUANG, T., "Simulation and Evaluation of Rainwater Runoff Control, Collection, and Utilization for Sponge City Reconstruction in an Urban Residential Community", *Sustainability*, 14, s.12372, 2022.
- [18] TAŞKIN, H. F., "Su Korunumu Açısından Yerleşme Tasarımında Yüzeysel Akış Miktarının Değerlendirilmesi", *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2022.
- [19] Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), "Hanehalklarının il ayrımında konuttaki oda sayısına göre dağılımı", 2011, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>, Son Erişim: 16 Ocak 2023.
- [20] <https://www.haberturk.com/evler-kuculdu-gorsellik-2-planda-kaldi-2281648-ekonomi>, Son Erişim: 21 Ocak 2023.
- [21] TS 7249, "Şehir İçi Yollar Boyutlandırma Ve Tasarım Esasları", Ankara, Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, 2013.
- [22] TS 10551, "Şehir İçi Yollar - Otolar için Otopark Tasarım Kuralları", Ankara, Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, 1992.
- [23] Otopark Yönetmeliği, "T. C. Resmi Gazete", 30340, 22 Şubat 2018.
- [24] İstanbul İmar Yönetmeliği, "T. C. Resmi Gazete", 30426, 20 Mayıs 2018.
- [25] PENNINGTON, M. "The Rational Method - Frequently Used, Often Misused. *Water New Zealand Stormwater Conference*", Wellington, N.Z, 2012.
- [26] GÜLBAHAR, N. "A Comparison Study of Some Flood Estimation Methods in terms of Design of Water Structures", *International Journal of Engineering Technologies*, 2(1), ss.8-13, 2016.



- [27] WIJESINGHE, W.M.D., WIJESEKERA, N.T.S., “Comparison of Rational Formula Alternatives for Streamflow Generation for Small Ungauged Catchments”, Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka, 44(4), ss.29-36, 2016.
- [28] KUICHLING, E., “The relation between the rainfall and the discharge of sewers in populous districts”, Transactions, American Society of Civil Engineers, 20, ss.1-56, 1889.
- [29] SÜMER, B., “Su Temini ve Çevre Sağlığı”, İstanbul: İ.T.Ü Sakarya Mühendislik Fakültesi, 1992.
- [30] DEMİR, D., “Konvansiyonel Yağmursuyu Yönetim Sistemleri ile Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması: İtÜ Ayazağa Yerleşkesi Örneği”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [31] TS EN 16491-1, “Yerinde İçilebilir Olmayan Su Sistemleri - Bölüm 1: Yağmur Suyu Kullanımı İçin Sistemler”, Ankara, Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, 2018.

## ÖZGEÇMİŞ

### Halime Firdevs TAŞKIN

1995 yılı Zonguldak Ereğli doğumludur. 2018 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü (İngilizce) bitirmiştir. 2019 yılında özel sektörde mimar olarak görev almasının ardından 2020 yılından itibaren İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Yüksek lisans eğitimini 2022 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı'nda 'Su Korunumu Açısından Yerleşme Tasarımında Yüzeysel Akış Miktarının Değerlendirilmesi' adlı çalışma ile tamamlamıştır. Şu anda Araştırma Görevlisi görevine ve aynı üniversitenin Yapı Bilimleri Programı'nda doktora eğitimine devam etmektedir.

### Gülten MANIOĞLU

Mimar Gülten Manioğlu 1993 yılından bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinde öğretim görevlisidir. Binaların Enerji Etkin Tasarımı konularında çeşitli araştırma projelerinde yer almıştır. Enerji Etkin, Bina Tasarımı, Ekolojik Mimarlık, Binalarda Güneş Enerjisi Kullanımı, Binalarda Su Korunumu, Yerleşmelerde Yağmur Suyu Eldesi konularında çeşitli çalışmaları ve yayınları vardır. 2009-2018 yılları arasında Uluslararası Yapı Fiziği Derneğinde (IABP) yönetim kurulu üyesi yapmış olan G. Manioğlu, şu anda İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde, Fiziksel Çevre Kontrolü alanında Doçent olarak eğitim, öğretim, araştırma ve akademik çalışmalarına devam etmektedir.