

## İstanbul Havalimanı'nda Yağmur Suyu Hasadı

Melike YALILI KILIÇ<sup>1\*</sup>, Kawthar RUKIAH<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7050-6742>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9976-7265>

\*Sorumlu yazar: myalili@uludag.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 17.09.2021

Kabul tarihi: 05.01.2022

Online Yayınlanma: 18.07.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Çatı

İstanbul Havalimanı

Su tasarrufu

Yağmur suyu

### ÖZ

Bu çalışmada, İstanbul Havalimanı'nın çatısından toplanacak yağmur sularının havalimanı çevresinde su ihtiyacının karşılanmasındaki kullanım potansiyeli incelenmiştir. Çatıdan toplanan yağmur sularıyla yeşil alan sulamasının haftanın belli günlerinde yapılması durumunda, toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının ne kadarını karşılayacağı tespit edilmiştir. Toplanan yağmur sularının, yeşil alanların sulanması, yolcu başına su ihtiyacı ve havalimanındaki otel için gereken su ihtiyacını bir yılda 73 gün boyunca karşılayabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak, yağmur suyu toplama sisteminin maliyetinin 760,680 TL (88,554 \$) olduğu ve sistemin kendini 5,5 yılda amorti edeceği bulunmuştur.

### Rainwater Harvested in Istanbul Airport

### Research Article

#### Article History:

Received: 17.09.2021

Accepted: 05.01.2022

Published online: 18.07.2022

#### Keywords:

Roof

Istanbul Airport

Water saving

Rainwater

### ABSTRACT

In this study, the usage potential of the rainwater to be collected from the roof of Istanbul Airport in meeting the water needs around the airport was examined. It has been determined how much of the total green area irrigation water need will be met if the green area irrigation is done on certain days of the week with the rain water collected from the roof. It has been determined that the collected rainwater can meet the water need for irrigation of green areas, the water requirement per passenger, and the hotel at the airport for 73 days a year. Consequently, it has been found that the cost of the rainwater collection system is 760.680 TL (\$ 88.554) and the system will pay for itself in 5.5 years.

**To Cite:** Kılıç MY., Rukiah K. İstanbul Havalimanı'nda Yağmur Suyu Hasadı. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 5(2): 495-504.

## 1. Giriş

Su, insanların temel ihtiyaçlarının karşılanmasının yanı sıra, tarım, endüstri, turizm ve ulaşım alanlarında da oldukça önem arz eden doğal bir kaynaktır (Temizkan ve Tuna Kayılı, 2020). Dünyadaki toplam su miktarının yalnızca %2,5'i tatlı su olarak bulunmakta, geri kalan miktar tuzlu su olarak deniz ve okyanuslarda yer almaktadır. Tatlı suların %90'ının yeraltında ya da kutuplarda olması, insanların ulaşabileceği su miktarının ne kadar az olduğunu gözler önüne sermektedir (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018a).

Nüfusun giderek artması, kişi başına düşen su miktarının azalmasına neden olmaktadır. Türkiye'de kullanılabilir su miktarı 1500-1600 m<sup>3</sup>/yıl-kişi arasında değişirken, ülkemiz sanıldığı gibi su zengini

değil, su sıkıntısı çeken ülkeler arasındadır (Şahin ve Manioğlu, 2011). Son yıllarda dünyada bazı bölgelerde şiddetli kuraklıklara, diğer bölgelerde şiddetli yağışlar ve sellere neden olan iklim değişikliği ile birlikte, insanların su kaynaklarını bilinçsizce kullanması ve artan su talepleri endişe yaratmaktadır. Tüm bunlar alternatif su kaynaklarının bulunması ve suyun etkin kullanımına yönelik çözüm önerilerinin bir an evvel uygulamaya geçirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Global Hunger Index, 2012).

Günümüzde yaşanan su sıkıntısını azaltmak için binaların çatılarından toplanacak olan yağmur suyu ile ihtiyaç duyulan kullanım suyunun miktarını bir nebze olsa da arttırmak mümkün olabilir. Yağmur sularının toplanıp, depolanması ile sulama, temizlik, yangın söndürme, havuz doldurma, araba yıkama, soğutma kuleleri, endüstriyel proses suyu ve hayvanlar için içme suyu gibi farklı alanlarda kullanılması söz konusudur. Böylelikle, hem ülke ekonomisine katkı sağlanmış olunur, hem de yağmur sularının boş yere akıp gitmesinin önüne geçilir.

Literatüre yağmur suyu hasadı olarak giren terim, yağmur sularının toplanması ve basit arıtma işlemlerinden geçirildikten sonra farklı amaçlarla kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan suyun temin edilmesini ifade etmektedir (Kantaroglu, 2009). Yağmur suyu hasadı, aşırı yağışlarda sel riskini ve alıcı ortamlara taşınacak kirlilik yükünün azaltılması ile su kaynaklarının korunmasına katkı sağlamaktadır. Çatılardan yağmur suyu hasadı, ekonomik ve işletilebilirliğinin kolay olması nedeniyle avantajlı olmasına rağmen, yağışların belirsizliği, miktarının sınırlı olması ve kalitesinin bozulması gibi dezavantajlara da sahiptir. Ancak, su kaynaklarının daha etkin kullanımına olan katkısından dolayı yağmur suyu hasadı, sürdürülebilir çevreyi sağlamak için oldukça önemlidir (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018b).

Suların bilinçli kullanılması ve su tasarrufunun etkin olarak sağlanması için binalarda, alışveriş merkezlerinde, hastanelerde, okullarda ve havalimanlarında yağmur suyunun kullanılmasının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Türkiye’de yeterince yaygın olmayan yağmur suyu hasadı yöntemi, aniden düşen ve uzun süren yoğun yağışların olumsuz etkilerini, içme suyu kaynaklarının kullanımını ve arıtma tesislerindeki kirliliği azaltmak için ideal bir yöntemdir (Silkin, 2014).

Yağmur suyunun toplandıktan sonra çeşitli amaçlarla kullanıldığı bazı örnekler olmasına rağmen bunlar sınırlı sayıdadır. Örneğin, Siemens Gebze Organize Sanayi Bölgesi’nde çatıdan toplanan yağmur suları yangın söndürme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmekte, bina çevresinde ise çim alanların sulanmasında kullanılmaktadır (Yaman, 2009). Sabiha Gökçen Havalimanı’ndaki Uçak Motor Bakım Merkezi’nde yağmur suyu toplama ve arıtma sistemi mevcuttur. Binadaki duş ve lavabolardan kaynaklanan atık sular toplanmakta ve arıtılarak geri kazanılan gri sular yağmur suyu ile birlikte bahçe sulama sistemine, su soğutma kulesi besleme sistemine ve tuvalet rezervuarlarına gönderilmektedir (Görgün, 2010). Unilever Ümraniye ofis bina çatısından yağmur suyu toplanarak, tuvaletlerde ve bahçe sulamada kullanılmaktadır. Unilever binasında Uluslararası EPA (Çevre Koruma Ajansı) standartlarına göre yaklaşık %41 oranında su tasarrufu yapılmaktadır (Unilever, 2021). Ankara’daki Eser Holding’e ait olan Eser Yeşil Bina’da kurulan yağmur suyu toplama sistemi ile bina

çevresine ve çatıya düşen yağmur suları depolama tankında toplanarak damla sulama metoduyla bahçedeki bitkilerin su ihtiyacı karşılanmaktadır (Eser Yeşil Bina, 2021). Bursagaz'ın çatısından yağmur sularının ve çevresinden drenaj sularının toplanıp, depolanması ve filtrelerden geçirilmesiyle, yeşil alanlar sulanmakta ve tuvaletlerde kullanılmaktadır (Bursagaz, 2021). Bu örneklerin sayısının artırılması ile su kaynaklarının korunumuna olan katkı ekonomik ve çevresel anlamda oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, İstanbul Havalimanı'nın çatısından toplanacak yağmur sularının havalimanının yeşil alanlarının sulanması, terminalin ve otelin su ihtiyacının karşılanmasındaki kullanım potansiyeli araştırılmış ve sistemin maliyeti ile amortisman süresi hesaplanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. İstanbul Havalimanı Genel Tanıtımı

Uluslararası hizmet veren İstanbul Havalimanı, 29 Ekim 2018'de açılmış olup, 76,5 km<sup>2</sup>'lik alanıyla dünyanın 7. büyük havalimanıdır. 2025 yılına kadar her yıl hedeflenen yolcu sayısı 95,1 milyon olup, tam kapasite ile çalıştığı zaman yıllık yolcu sayısının 160-220 milyon arasında olacağı ön görülmektedir. Havalimanında 40,000 araç kapasiteli park yeri bulunmakta ve havalimanı içerisinde 451 odalı bir otel hizmet vermektedir (İGA, 2018).

### 2.2. İstanbul Havalimanı'nın Çatı Alanı ve Özellikleri

Genellikle, bir çatı yağmur suyu hasadı sistemi uygulandığında en önemli unsur çatının tipi ve alanıdır. Yağmur suyu hasadı sisteminin özellikle çatı alanı yeterince büyük olan binalarda, havalimanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, alışveriş merkezleri gibi yerlerde uygulanması tercih edilmektedir. Ayrıca, yağmur suyu hasadının kalitesini bina çatısının yüzey türü, miktarını ise bina çatısının büyüklüğü etkilemektedir (Ling ve Benham, 2014).

İstanbul Havalimanı, ana terminal binası 1,3 milyon m<sup>2</sup> büyüklüğünde olup, yağmur hasadının planlandığı binanın çatı alanı 450,000 m<sup>2</sup>'dir (Şekil 1) (İGA, 2020). Terminal binasının çatısı, çelik kiriş ve makaslardan oluşmakta, yapıda içeriye doğal ışık alabilmek için 100'ü aşkın ışıklık bulunmaktadır. Çatıda kullanılan çelik malzemenin üzeri, trapez, taş yünü, alçıpan ve galvaniz cam gibi malzemelerle kaplanmaktadır (İHS, 2021).



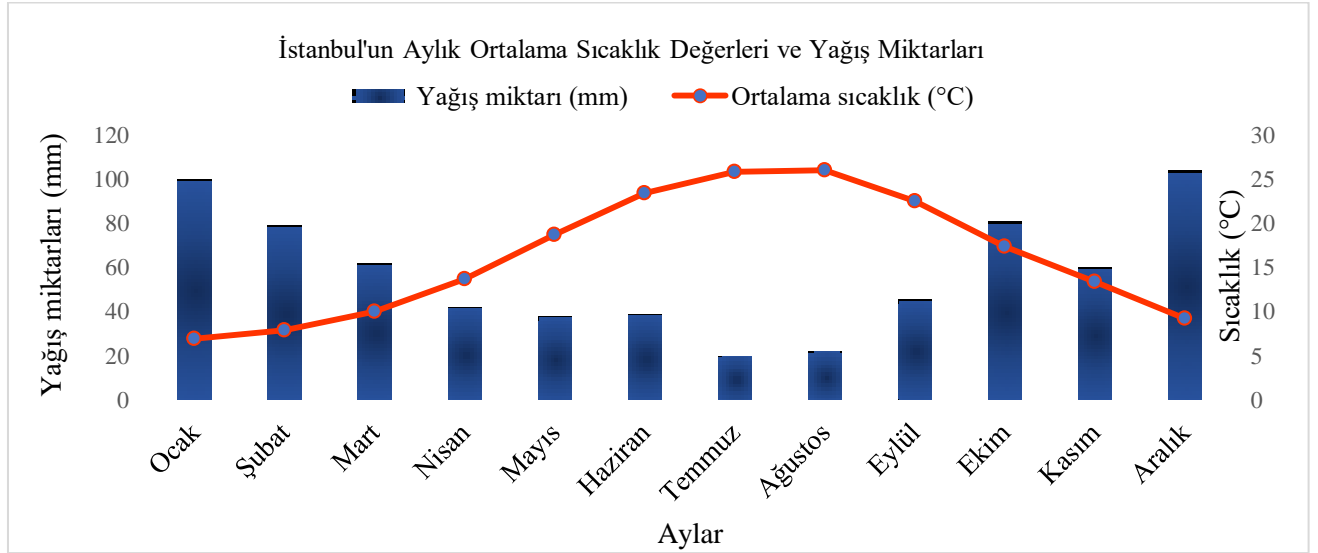
Şekil 1. İstanbul Havalimanı'nın çatısından bir görünüm

### 2.3. İstanbul Havalimanı'nda Yağmur Suyu Hasadı Gereksinimi

Her gün milyonlarca insanın ulaşım için kullandığı İstanbul Havalimanı'nda, yağmur suyu toplama sisteminin uygulanması yıllık olarak büyük oranlarda su tasarrufu sağlayacaktır. Çatı alanı yaklaşık 450,000 m<sup>2</sup> olan İstanbul Havalimanı'nın çatısından yağmur sularının toplanıp depolanması ve havalimanının içinde ve dışında kullanılması, hem su kaynaklarının korunması hem de ülke ekonomisi açısından önem teşkil etmektedir. Yağmur suları havalimanının çatısından borularla toplanarak filtrelendikten sonra büyük depoya alınıp, yeşil alanların sulanması, araçların yıkanması, tuvaletlerin ve diğer yerlerin temizlenmesinde kullanılabilir.

### 2.4. İstanbul İli Yağış Rejimi

İstanbul'da en fazla yağış Aralık ayında, en düşük yağış ise Temmuz ayında görülmekte olup, yıllık ortalama yağış miktarı 690,5 mm'dir (İMGGM, 2021). İstanbul'un en soğuk ayı ortalama sıcaklığı 6,9 °C ile Ocak ayı iken, en sıcak ayı ortalama sıcaklığı ise 25,8 °C ile Temmuz ayıdır. İstanbul'un yıllık ortalama sıcaklığı ise 16,2 °C'dir (Şekil 2).



Şekil 2. İstanbul'un 1929-2020 yılları arasında aylık ortalama sıcaklık değerleri ve yağış miktarları (İMGGM, 2021)

## 3. Bulgular

### 3.1. Yağmur Suyu Miktarının Hesaplanması

Çatıdan toplanacak yağmur suyu miktarının hesaplanması için, çatı ve filtre etkinlik katsayıları, bölgeye düşen yağış miktarı ve toplama alanının büyüklüğü gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılacak kabuller Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çatıda toplanan yağmur suyu miktarın hesaplamasında kullanılan kabuller

	<b>Kabuller</b>	<b>Kaynak</b>
<b>Çatı katsayısı</b>	0,8	(Farreny ve ark., 2011).
<b>Filtre etkinlik katsayısı</b>	0,9	(Farreny ve ark., 2011).
<b>Yağış miktarı</b>	690,5 mm	(İMG, 2021)
<b>Toplama alanı</b>	450,000 m <sup>2</sup>	(İGA, 2020)

Buna göre çatıda toplanan yağmur suyu miktarı;

Çatı Yağmur Suyu Miktarı (m<sup>3</sup>) = Yağmur toplama alanı x yağış miktarı x çatı katsayısı x filtre etkinlik katsayısı

Çatı Yağmur Suyu Miktarı (m<sup>3</sup>) = 450,000 m<sup>2</sup> \* 690,5 L/m<sup>2</sup> \* 0,8 \* 0,9 = 223,722,000 L = 223,722 m<sup>3</sup>/yıl

### 3.2. Yıllık Toplam Su İhtiyacı

Genellikle havalimanında yeşil alanların sulanmasında, temizlik işlemlerinde ve tuvalet rezervuarında büyük miktarlarda suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Havalimanı'ndaki yeşil alanların sulanması için yıllık su kullanımı hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra, havalimanında yıllık yolcu başına su kullanımı ve bulunan otel için su ihtiyacı hesaplanmıştır.

#### 3.2.1. İstanbul Havalimanı'ndaki Yeşil Alanların Sulanması İçin Gereken Su Miktarı Hesabı

İstanbul Havalimanı'nda yaklaşık 500,000 m<sup>2</sup> yeşil alan bulunmaktadır (İGA, 2020). Yeşil alanların sulanmasında 1 m<sup>2</sup> alana ihtiyaç duyulan miktar 5 L olarak kabul edilmiştir (Eren ve ark., 2016).

500,000 m<sup>2</sup> \* 5 L/m<sup>2</sup> = 2,500,000 L = 2,500 m<sup>3</sup>/gün

Sulamanın her gün yapılması durumunda; 2,500 m<sup>3</sup>/gün \* 365 gün = 912,500 m<sup>3</sup>/yıl

Sulamanın haftada iki defa yapılması durumunda; 2,500 m<sup>3</sup>/gün \* 365/ (7/2) gün = 260,714.2 m<sup>3</sup>/yıl

Sulamanın haftada bir defa yapılması durumunda; 2,500 m<sup>3</sup> gün<sup>-1</sup> \* 365/7 gün = 130,357.1 m<sup>3</sup>/yıl

Yeşil alanlar için gerekli olan su miktarı; sulamanın her gün, haftada iki defa ve haftada bir defa yapılmasında, çatı alanlarından toplanan su miktarı toplam yeşil alan sulama suyu ihtiyacının; sırasıyla %24,5'ini, %85,8'ini ve %171,6'sını karşılayacağı belirlenmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** İstanbul Havalimanı'ndaki yeşil alanların sulama suyu ihtiyacı

Çatı yağmur suyu miktarı (yıllık, m <sup>3</sup> )	Yeşil alan su ihtiyacı (m <sup>3</sup> )	Sulamanın her gün yapılması durumunda		Sulamanın haftada iki defa yapılması durumunda		Sulamanın haftada bir defa yapılması durumunda	
		Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan su ihtiyacı yüzdesi (%)	Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan su ihtiyacı yüzdesi (%)	Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> )	Karşılanan su ihtiyacı yüzdesi (%)
223,722	2,500	912,500	24,5	260,714.2	85,8	130,357.1	171,6

### 3.2.2. Yolcu Başına Su İhtiyacı Hesabı

Dünya genelinde 2020 yılında başlayan Covid-19 salgını yüzünden getirilen seyahat yasakları nedeniyle havalimanlarındaki yolcu sayılarında çok yüksek oranda bir düşüş yaşanmıştır. Bu nedenle çalışmada, 2019 yılının yolcu sayısına göre su ihtiyacı hesaplanmıştır.

İstanbul Havalimanı'nı 2019 yılı boyunca toplamda 52 milyon 578 bin yolcu kullanmıştır (Devlet Hava Meydanları İşletmesi, 2019). Yolcu başına su ihtiyacı hesaplamasında, havalimanı gibi evsel olmayan birimlerde su ihtiyacı kişi başına 10-20 L/gün olarak kabul edilmiştir (İller Bankası, 2013). Buna göre yolcu başına yıllık su ihtiyacı;

$$52,578,000 \text{ yolcu} * 15 \text{ L/gün} = 788,670,000 \text{ L/yıl} = 788,670 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

### 3.2.3. İstanbul Havalimanı'nda Bulunan Otelin Su İhtiyacı Hesabı

İstanbul Havalimanı'nda bulunan otel, 451 odası ile dünyadaki sayılı havalimanı otellerinden biri arasındadır. Bir otel için su ihtiyacı hesaplamasında birim debi yatak başına 250-600 L/gün olarak kabul edilmektedir (İller Bankası, 2013).

451 oda kapasitesine sahip olan otelin 650 yatak olduğu varsayılp, yatak başına 400 L/gün su tüketimi olduğu kabul edilmiştir.

$$400 \text{ L/gün} * 650 \text{ yatak} = 260,000 \text{ L} = 260 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Yıllık olarak su ihtiyacı;

$$260 \text{ m}^3/\text{gün} * 365 \text{ gün} = 94,900 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

### Yıllık Toplam Su İhtiyacı

Yeşil alanların sulanması için haftada iki defa sulama yapılması kabul edilerek;

Yıllık toplam su ihtiyacı = yeşil alanların sulanması için gereken su ihtiyacı + yolcu başına su ihtiyacı + otel için gereken su ihtiyacı

$$\text{Yıllık toplam su ihtiyacı (m}^3\text{)} = 260,714.2 + 788,670 + 94,900 = 1,144,284 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Çatıdan toplanan yağmur suyu miktarı/kullanılan su miktarı} = 223,722 / 1,144,284 = 0,20 \text{ yıl} \approx 73 \text{ gün}$$

Depoda toplanan suyun 73 gün süreyle havalimanında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

### 3.3. Depo Hacmi

Deponun hacmi hesaplanırken, en fazla yağışın olduğu Aralık ayındaki yağış miktarı (103,7 mm) baz alınmıştır.

Depo hacmi = yağış miktarı \* çatı alanı \* 0,8 \* 0,9

Yağmur suyu toplama sisteminin hacmi =  $103,7 \text{ L/m}^2 * 450,000 \text{ m}^2 * 0,8 * 0,9 = 33,598,800 \text{ L} = 33,598.8 \text{ m}^3$

Yağmur suyu toplama sisteminin boyutlandırılmasında;

4 adet silindirik tank yapılacak olursa:

$$33,598.8 \text{ m}^3 / 4 = 8,400 \text{ m}^3$$

H= 15 m kabul edilirse,

$$A = V / H = 8,400 \text{ m}^3 / 15 \text{ m} = 560 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$560 = \frac{\pi D^2}{4} \quad D = 27 \text{ m}$$

Yapılan hesaplamalara göre, İstanbul Havalimanı'nın çatısından toplanan yağmur sularının depolanacağı depo boyutları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Depo boyutları

Gereken yağmur suyu depo hacmi (m <sup>3</sup> )	Depo sayısı (adet)	Deponun çapı (m)	Deponun yüksekliği (m)
8.400	4	27	15

### 3.4. Yağmur Suyu Toplama Sisteminin Maliyeti

Yağmur suyu toplama sistemi için ihtiyaç duyulan ekipmanlar, yağmur suyu filtresi, dalgıç pompa ve yağmur suyu deposudur. Kullanılacak ekipmanların özellikleri ve toplam maliyetleri Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** İstanbul Havalimanı'nda yağmur suyu toplama sistemi ekipmanının maliyeti

Ekipman	Birimleri	Özellikleri	Sayısı	Maliyet (TL)
Depo	Hacim: 8,500 m <sup>3</sup>	Çelik galvanizli oluklu su deposu	4 adet	188,980 TL * 4 = 755 920 TL
Filtre	Basınç: 16 bar	Paslanmaz çelik/kendini temizleme	4 adet	500 TL * 4 = 2,000 TL
Dalgıç pompa	Güç: 900 W	Paslanmaz temiz su dalgıç pompa	4 adet	690 TL * 4 = 2,760 TL
Toplam maliyet				760,680 TL (88,554 \$)

### 3.5. Yıllık Tasarruf Edilen Tutar

Yıllık toplam 1,144,284 m<sup>3</sup> su tüketimi olan İstanbul Havalimanı'nın 223,722 m<sup>3</sup>'lük su kullanımını yağmur suyundan karşılanabilecektir.

Tasarruf edilen yıllık su miktarı 223,722 m<sup>3</sup> ve İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin su satış fiyatı atık su bedeli dahil 4,81 TL/m<sup>3</sup>'tür (Abone Rehberi 2021);

Yıllık tasarruf edilen tutar = 223,722 m<sup>3</sup> \* 4,81 TL/m<sup>3</sup> = 1,076,103 TL

Toplam tüketimin %19,5'i yağmur suyundan sağlanabilmekte ve yıllık olarak 1,076,103 TL kazanç sağlanmaktadır.

### 3.6. Amortisman Süreleri

Toplam sistem maliyeti / yıllık tasarruf edilen maliyet = 6,004,760 TL / 1,076,103 TL = 5,5 yıl

## 4. Tartışma ve Sonuçlar

Literatür araştırmaları sonucunda havalimanlarında yağmur suyu hasadı ve maliyet hesabı üzerine çalışmanın bulunmadığı, ancak farklı alanlarda çeşitli uygulamaların olduğu görülmüştür. Bursa Uludağ Üniversitesi'nde 1,837 m<sup>2</sup> çatı yüzey alanı olan Çevre Mühendisliği Bölüm Binası'nda yapılacak olan yağmur suyu hasadında, çatıdan toplanacak olan yağmur suyunun 131 gün süreyle yeşil alanların sulanmasında kullanılacağı bulunmuştur (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018a). Bursa ilinde 200 m<sup>2</sup> çatı yüzey alanına sahip bahçeli bir konutta yapılan yağmur suyu hasadında, konuttaki toplam su tüketiminin %47'sinin çatıdan toplanacak yağmur suyundan elde edileceği ve sistemin kendini 10,3 yılda amorti edeceği belirlenmiştir (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018b). İstanbul'da altı kişinin yaşadığı müstakil bir binanın su ihtiyacının çatıdan toplanacak yağmur suyundan temin edilmesinde, sistemin kurulum maliyetinin kişi başına 6-10 yılda ödenecek su faturası tutarına denk geleceği ifade edilmiştir (Can ve Yılmaz, 2019). Karabük Üniversitesi'nde 1,500 m<sup>2</sup> çatı alanına sahip Sosyal Yaşam Merkezi'ne kurulması düşünülen yağmur suyu depolama sisteminin maliyetinin 93,082 TL olduğu ve sistemin kendisini 7,9 yılda amorti edeceği belirlenmiştir (Temizkan ve Tuna Kayılı, 2020).

Bu çalışmada, yaklaşık 450,000 m<sup>2</sup>'lik çatı alanına sahip olan İstanbul Havalimanı'ndan yağmur sularının toplanıp, yeşil alanlarının sulanması ve terminal binasında farklı amaçlarla kullanılma potansiyeli araştırılmıştır.

İstanbul Havalimanı'nın çatısından toplanacak yağmur suyu miktarı, yeşil alanların her gün, haftada iki ve haftada bir defa sulanması durumunda, ihtiyacın sırasıyla %24,5'ini, %85,8'ini ve %171,6'sını karşılayacağı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, yolcu başına ve havalimanındaki otelin yıllık gereken su ihtiyaçları ile bu ihtiyaçların karşılanması için toplanabilecek yağmur suyunun kullanılması potansiyeli de hesaplanmıştır. Toplanacak yağmur suyunun 73 gün boyunca havalimanında çeşitli aktivitelerde kullanılabilmesi tespit edilmiştir. İstanbul Havalimanı'nın çatısından toplanan yağmur sularının depolanacağı tank boyutlarının hesaplanması neticesinde, yer üstünde yerleştirilecek her biri



8,400 m<sup>3</sup> büyüklüğünde 4 adet çelik galvaniz malzemeden yapılmış yağmur su deposuna ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre, İstanbul Havalimanı'na kurulması düşünülen yağmur sularını toplama sisteminin maliyeti 760,680 TL (88,554 \$)'dir. Havalimanındaki toplam su tüketiminin %19,5'i toplanacak yağmur sularından sağlanacak ve sistem kendisini 5,5 yıl gibi bir sürede amorti edecektir.

Çalışmanın sonucunda, depolanan yağmur sularının havalimanının yeşil alanlarının sulanmasında değerlendirilmesinin, su kaynaklarının verimli ve etkin kullanımı ile su tasarrufu sağlanması açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca depolanan yağmur suyunun terminal binasındaki birçok alanda kullanılmasının hem ekonomik hem de çevresel anlamda faydalar sağlayacağını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, yağmur suyu hem temiz oluşu hem de kullanmak için herhangi bir bedel ödenmeyecek olması nedeniyle oldukça makul bir çözümdür. Yağmur suyunun toplanarak binalarda kullanımının yaygınlaştırılması ile su tasarrufunun yapılması ve su kaynaklarının korunması sağlanacağından, çevre sağlığı uzun vadede korunmuş olacaktır.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

#### **Kaynakça**

- Abone Rehberi. <https://www.iski.istanbul/web/tr-TR/musteri-hizmetleri/su-birim-fiyatları1>, Erişim Tarihi: 22 Mart 2021.
- Bursagaz'a yeşil bina sertifikası. <https://www.bursagaz.com/leed-sertifikasi>, Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2021.
- Can A., Yılmaz Ü. Yağmur suyu potansiyeli ve kullanım suyu olarak değerlendirilmesi. 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 17-20 Nisan 2019, İzmir.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>, 2019. Erişim Tarihi: 22 Mart 2021.
- Eren B., Aygün A., Likos S., Damar Aİ. Yağmur suyu hasadı: Sakarya üniversitesi Esentepe kampüs örneği. International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), 3-5 November 2016, Antalya.
- Eser Yeşil Bina. <https://www.altensis.com/proje/eser-holding-merkez-ofisi-ilk-leed-platin-sertifikali-bina/> Erişim Tarihi: 20 Nisan 2021.
- Farrency R., Gabarrell X., Rieradevall J. Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. Resources, Conservation and Recycling 2011; 55: 686-694.

- Global Hunger Index, 2012. <https://www.ifpri.org/publication/2012-global-hunger-index>, Erişim Tarihi: 25 Mart 2021.
- Görgün G. Binalarda yağmur suyu ve gri suyun kombine kullanılmasına ait iki örnek proje. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi 2010; Eylül-Ekim: 37-45.
- İGA, 2018. <http://www.oscaristanbul.com/haber/istanbul-3-havalimani-195>, Erişim Tarihi: 17 Mart 2021.
- İGA, 2020. <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/istanbulhavalimani-terminali-dunyanin-en-buyuk-leed-altin-sertifikali-binasi-secildi/1854885>, Erişim Tarihi: 17 Mart 2021.
- İHS, 2021. <https://apec.com.tr/istanbul-yeni-havalimani-strukturu/> Erişim Tarihi: 17 Mart 2021.
- İMGM. İstanbul Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2021. <https://www.mgm.gov.tr> Erişim Tarihi :15 Mart 2021.
- İller Bankası, 2013. <https://www.ilbank.gov.tr/dosyalar> Erişim Tarihi: 22 Mart 2021.
- Kantaroğlu Ö. Yağmur suyu hasadı plan ve hesaplama prensipleri. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir.
- Ling E., Benham B. Rainwater harvesting systems. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, Virginia State University, 2014, Lecture Notes.
- Silkin H. İklim değişikliğine uyum özelinde bazı uygulamaların Türkiye açısından değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, 185 s, Ankara, Türkiye, 2014.
- Şahin N., Manioğlu G. Binalarda yağmur suyunun kullanılması. Tesisat Mühendisliği 2011; 125: 21-32.
- Temizkan S., Tuna Kayılı M. Yağmur suyu toplama sistemlerinde optimum depolama yönteminin belirlenmesi: Karabük Üniversitesi Sosyal Yaşam Merkezi örneği. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2021; 8(14): 102-116.
- Unilever. <https://www.altensis.com/proje/unilever-turkiye-merkez-ofisi-turkiyenin-ilk-leed-sertifikali-projesi/> Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2021.
- Yalılı Kılıç M., Abuş MN. Bahçeli bir konut örneğinde yağmur suyu hasadı. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 2018a; 4(2): 209-215.
- Yalılı Kılıç M., Abuş MN. Yağmur suyu hasadı: Uludağ üniversitesi çevre mühendisliği bölümü binası örneği. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi, 2018b; 22-24 Mart 2018, Bursa.
- Yaman C. Siemens Gebze tesisleri yeşil bina. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir.